

GEWÄSSERBETREUUNGSKONZEPT

Schwarzach

Gemeinden Hopfgarten i.D., St. Veit i.D., St. Jakob i.D.

KURZFASSUNG



Titelbild:

Die Schwarzach oberhalb von Dölach, Gemeinde Hopfgarten in Deferegggen;

Der Name des Flusses („Schwarzach“) und jener des Tales („Deferegggen“) haben mehr gemein als es zunächst den Anschein hat. Nach KRÖLL&STEMBERGER (1985) liegt im slawischen Wort „Duberach“, abgewandelt vom früheren keltischen „Dubaricon“ („dubar“: schwarz), der gemeinsame Ursprung beider Namen.

Impressum:

Medieninhaber und Herausgeber:

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Sektion IV
Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. VI h - Wasserwirtschaft

Für den Inhalt verantwortlich:

Dipl.-Ing. R. Schletterer, Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. VI h - Wasserwirtschaft

Idee und Konzeption:

Dipl.-Ing. K. Michor, Ingenieurkonsulent für Landschaftsplanung und Landschaftspflege;
Büro Revital, Lienz

Redaktion und Layout:

Dipl.-Ing. M. Unterlercher, Büro Revital

Umschlaggestaltung: Grafik Dapra, Lienz

Pläne, Grafiken:

Büro Revital - Lienz (18), Ingenieurbüro Klenkhart - Innsbruck (8)

Fotonachweis:

Amt der Tiroler Landesregierung, Abt. VI h - Wasserwirtschaft (14),
Arge Limnologie - Innsbruck (4), Büro Revital (48), Grafik Dapra - Lienz (1),
Hopfgartner W. (1), Ingenieurbüro Klenkhart - Innsbruck (17), Steiger (1)

Satz und Druck:

Carinthian Bogendruck

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

1. Auflage 2000

© Alle Rechte vorbehalten

Vorwort

Inhalt

Resümee/
Summary/Riassunto

Einführung 1

Ist-Zustand 2

Problemanalyse 3

Leitbild 4

Maßnahmenkatalog 5

Projektmitarbeiter/
Literatur

Vorwort

Aufgaben des Hochwasserschutzes wie Problemstellungen der Sohlstabilität, der Gewässervernetzung, des Wasserrückhaltes oder auch der Gewässerökologie erfordern eine ganzheitliche Aufarbeitung einschließlich des notwendigen Interessenausgleiches.

Mit dem Planungsinstrument des Gewässerbetreuungskonzeptes wurde seitens der Bundeswasserbauverwaltung eine integrale Problemerkfassung und –aufarbeitung ermöglicht.

Die Anwendung dieser Planungsmethode in dem durch unterschiedlichste Rahmenbedingungen geprägten Deferegental hat sich somit angeboten. Mit der nunmehrigen Umsetzung werden Wege für eine langfristige und auf ökologische, naturschutzbezogene wie schutzwasserwirtschaftliche Zielsetzung abgestimmte Gewässerentwicklung vorgegeben.

Für die kommende Realisierung ein aufrichtiges „Glück Auf“, für die Ausarbeitung und Projektvorlage den Verfassern wie beteiligten Institutionen ein Dank sowie entsprechende Anerkennung!

SC Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Stalzer

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft
Bundeswasserbauverwaltung



Das Lebensministerium

Gewässerbetreuungskonzept Schwarzach:

Sicherer Lebensraum für den Menschen,

wo auch die Natur ihren festen Platz hat.

Gewässerbetreuung bedeutet, die bestehenden engen Beziehungen zwischen Raumordnung und Wasserwirtschaft zu beachten. Raumordnung und Wasserwirtschaft beschäftigen sich nämlich mit Naturgütern, die einmalig und nicht vermehrbar sind. Beide bringen die Notwendigkeit einer öffentlichen Ordnung zum Ausdruck, die willkürliche Eingriffe verbietet. Dem „Wasser“ muss Raum gegeben werden, man muss die flussmorphologischen und ökologischen Zusammenhänge, die ober- und unterirdische Vernetzung des Wasserraumes mit seinem Umland, den Uferzonen und den Auen, beachten. Denn nicht „handwerklicher Schutzwasserbau“, sondern die „Gewässerbetreuung“ muss das Planungsinstrument einer modernen Schutzwasserwirtschaft sein: Alle Maßnahmen an unseren Gewässern dürfen somit nur mehr ganzheitlich und unter Einbindung aller maßgeblichen Wissensgebiete interdisziplinär gesehen werden. Wasserwirtschaftliche und gewässerökologische Gesichtspunkte sollten im Zweifelsfall Priorität haben.

Nur dann wird der „Wasserraum“ seine wichtigen Funktionen zur größtmöglichen Sicherheit des Lebensraumes und zum Wohle der Menschen, in dem auch die Natur ihren festen Platz hat, bestmöglich und nachhaltig erfüllen können.

Ich treue mich, dass nunmehr den Gemeinden im Deferegental das Gewässerbetreuungskonzept für „ihre“ Schwarzach übergeben werden kann und die schon in nächster Zeit dringend notwendigen schutzwasserbaulichen Maßnahmen nach diesem Konzept ausgeführt werden können.

Den Verfassern und allen, die mitgearbeitet haben, gratuliere ich zum gelungenen Werk. Der Sektion IV – Wasserwirtschaft – im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft danke ich für die fachliche Beratung und die Bereitstellung des Bundesbeitrages.

HR Dipl.-Ing. Viktor Hofer

Amt der Tiroler Landesregierung
Abteilung Wasserwirtschaft

Wasserwirtschaft

Inhalt

➔	Resümee/Summary/Riassunto	5
➔	1 Einführung	8
➔	2 Ist-Zustand	15
➔	3 Problemanalyse	37
➔	4 Leitbild	43
➔	5 Maßnahmen	53
➔	Projektmitarbeiter/Literatur	64

1.1	Gewässerbetreuung – Gemeinsam für die Zukunft unserer Flüsse	10
1.2	„Steckbrief“ Schwarzach	11
1.3	Projektstruktur und -ablauf	12
2.1	Flächendeckende Untersuchungen	16
2.1.1	Abflussgeschehen	16
2.1.2	Geschiebehauhalt	18
2.1.3	Vegetationsstrukturen und Flächennutzung	20
2.1.4	Flussmorphologie und Flussbau	22
2.2	Detailluntersuchungen	24
2.2.1	Aquatische Lebensräume	24
2.2.2	Gewässerspezifische terrestrische Lebensräume	26
2.2.3	Gewässerspezifische Vegetation	28
2.2.4	Zubringergewündungen	30
2.2.5	Retentionsverhältnisse	32
2.2.6	Regulierungsbsreiten	34

3.1	Schutzwasserwirtschaftliche Probleme	38
3.2	Ökologische Probleme	40
4.1	Wozu ein Leitbild?	44
4.2	Leitbild-Komponenten	44
4.2.1	Leitbild-Strecken	45
4.2.2	Leitbild-Parameter	46
4.2.3	Leitbild-Matrix	46
4.2.4	Leitbild-Typen	48
4.2.5	Handlungsbedarf	50

5.1	Vorgangsweise bei der Erstellung	54
5.2	Maßnahmenübersicht	55
5.3	Maßnahmenbeispiel	58
5.4	Prioritätenreihung	60
5.5	Allgemeine Maßnahmenhinweise	62



Moderne „Gewässerbetreuung“ verlangt, dass Flussbauer und Ökologen gemeinsam über die Zukunft eines Flusses nachdenken.
Es gilt, mit den vorhandenen finanziellen Mitteln menschliche Siedlungen bestmöglich gegen Hochwasser zu schützen, dabei aber die ökologische Funktionsfähigkeit und den Erholungswert nicht aus den Augen zu verlieren.

Für die Schwarzach im Bezirk Lienz (Tirol) entstand zwischen 1996 und 1999 ein „Gewässerbetreuungskonzept“. Nach über 30 Jahren war es notwendig geworden, das bestehende Verbauungskonzept aus der Zeit nach den Hochwasserkatastrophen 1965/66 einer gründlichen Überarbeitung im Sinne der aktuellen Gesetze und Richtlinien zu unterziehen.
Das Gewässerbetreuungskonzept, ein modernes Planungsinstrument der BUNDESWASSERBAUVERWALTUNG, skizziert auf genereller Ebene, wie der Fluss aus heutiger schutzwasserwirtschaftlicher und ökologischer Sicht aussehen sollte, welche Defizite bestehen und welche Maßnahmen zur Erreichung des Soll-Zustandes notwendig wären.
Zur Bewältigung dieser komplexen Aufgabenstellung bildeten Flussbautechniker und Ökologen ein Bearbeiterteam. Zunächst wurde der Talraum der Schwarzach vermessen, die im Hochwasserfall zu erwartenden Abflussmengen neu berechnet, murtfähige Seitenbäche und mögliche Hangrutschungen erfasst. Darauf aufbauend wurden Katastrophenszenarien entwickelt und mit bekannten Ereignissen der Vergangenheit verglichen, um so mögliche Risikozonen abzugrenzen. Parallel zu den schutzwasserrechtlichen Untersuchungen nahmen Ökologen den Naturhaushalt der Schwarzach unter die Lupe: Mittlerweile weiß man über die Gewässergüte ebenso genau Bescheid wie über den Fisch- und Amphibienbestand, über die Bedeutung des Flusses für Vogelwelt und die Verbreitung bedrohter Pflanzenarten. Auf Basis der neuen Erkenntnisse wurden in gemeinsamer Diskussion „Leitbild“ und „Maßnahmenprogramm“ entwickelt. Beide Instrumente sollen künftig, unter Berücksichtigung ökologischer und erhologungs-funktioneller Aspekte, einen umfassenden und zielgenauen Hochwasserschutz ermöglichen.

Resümee

Summary

Between 1996 and 1999 a "Concept of Stream Scheme" has been developed for the river Schwarzach in the district of Lienz (Tyrol). After more than 30 years it had proved necessary to overwork the existing Concept of River Engineering originating from the time of the flood disasters in 1965/66 by taking into account the present laws and guidelines.

Being a modern planning instrument of the Federal Government of Flood Control, the Stream Care Scheme outlines on a general base how the river should ideally look from a modern river engineering and ecological point of view. It also indicates the existing deficiencies and the measures necessary to reach the targets outlined in the Stream Care Scheme.

River engineers and ecologists have formed an interdisciplinary team to manage these complex tasks. First steps were to survey the valley of the Schwarzach, to calculate the discharge rates in case of flood disaster, to record all tributaries and slopes susceptible to debris flows and landslides. These investigations built the base for the development of scenarios of disasters. The comparison of these scenarios with known events of the past allowed the determination of zones of risks.

Along with the investigations of flood protection ecologists examined the ecosystem of the Schwarzach: in the meantime the knowledge about water quality is as good as the knowledge about diversity and abundance of birds, fish and amphibians and the distribution of endangered plant species.

An interdisciplinary discussion process based on the results of these investigations led to the development of an integrated model and an action schedule. Both instruments shall in future facilitate a comprehensive and specific flood protection also taking in consideration the aspects of ecology and recreation facilities.



Modern "Stream Care" involves a common reflection process of river engineers and ecologists about the future of a river.
The available financial resources have to be used in a most effective way to optimally protect human settlements against flooding and to take into account the recreation potential and the ecological values of the river system.



Il nuovo "programma generale di gestione ecologica delle acque" prevede lo studio interdisciplinare di ingegneri delle acque ed ecologisti.
Gli esistenti mezzi finanziari devono essere usati in modo più efficace per la difesa degli insediamenti dalle piene, includendo la tutela del valore ecologico del fiume e il suo potenziale ricreativo.

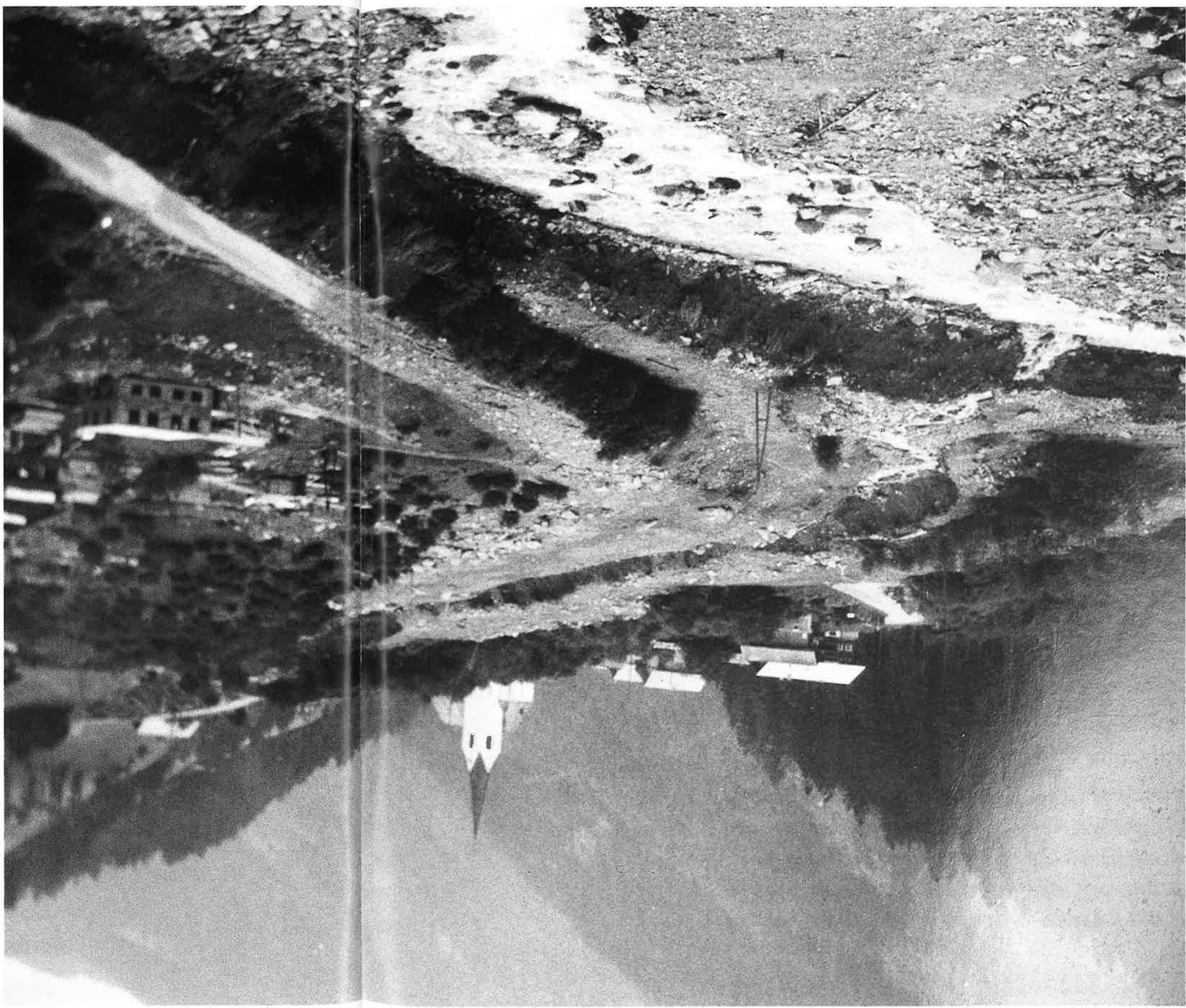
Riassunto

Tra gli anni 1996 e 1999 è stato sviluppato un "programma generale di gestione ecologica delle acque" per il fiume Schwarzach nel distretto di Lienz (Tirolo). Dopo trenta anni è stato necessario lavorare per adattare alle nuove leggi e linee direttive l'esistente progetto di sistemazione del fiume che risale al periodo degli eventi alluvionali catastrofici degli anni 1965/66.

Essendo un nuovo strumento di pianificazione per il magistrato federale delle acque, il "programma generale di gestione ecologica delle acque" descrive come deve essere strutturato il fiume dal punto di vista ecologico e come bisogna proteggerlo dall'erosione, dove sono e quali sono i punti deboli e quali interventi sono necessari per arrivare alla situazione ideale futura.

Ingenieri delle acque ed ecologisti si sono uniti in un team interdisciplinare per raggiungere questo complesso obiettivo. Innanzitutto è stata misurata la valle dello Schwarzach, è stata calcolata la portata dell'acqua nel caso di una alluvione e sono state sollevate le aree erosive. I risultati dell'indagine sono la base per lo studio di scenari catastrofici. La comparazione degli scenari con i dati esistenti permette l'individuazione delle zone a rischio.

Accanto alle indagini idrogeologiche gli ecologisti hanno studiato nel frattempo l'ecosistema del fiume Schwarzach: la qualità dell'acqua, la varietà delle specie fauno-vivaistiche presenti e la quantità di pesci, di animali anfibi, di uccelli e la distribuzione delle piante minacciate. Attraverso la discussione interdisciplinare e sulla base dei risultati delle indagini sono stati sviluppati un modello integrato e un programma di interventi. Rispettando gli aspetti ecologici e quelli relativi alle attività ricreative sarà possibile in futuro realizzare un piano efficace di difesa dalle piene.



Die Schwarzach bei Hopfgarten nach dem Ereignis 1965. Der Hopfgartenergraben brachte riesige Mengen an Geröll. Bis heute zählt dieser Seitenzufluss zu den größten Geschiebeförderern der Schwarzach.

Einführung

Gewässerbetreuung – Gemeinsam für die Zukunft unserer Flüsse

„Steckbrief“ Schwarzach

Projektstruktur und -ablauf

„Steckbrief“ Schwarzach

BESCHREIBUNG		ANMERKUNG / QUELLE
321,46 km²		HZB (1995); die Schwarzach ist damit der größte Zubringer der Isel
montan bis subalpin; 2500 m ü.A. (Ursprung) - 800 m ü.A. (Mündung in die Isel bei Huben);		
< 3,5 m³/s		Dezember - April; HD Tirol
8,39 m³/s		Pegel Hopfgarten; Jahresreihe 1984 - 1991; HD Tirol
• HQ ₅ : 100 m³/s • HQ ₃₀ : 185 m³/s • HQ ₁₀₀ : 270 m³/s		Pegel Hopfgarten; HD Tirol; eigene Berechnungen
0,7 % bis > 3,5 %		O. WASSERKRAFTKATASTER (1956)
Taforn		inneralpines V-Tal
Wasserführung		perennierend (ganzjährig)
Regimetyp		• nivo-glazial (Pegel St. Jakob) • nival (Pegel Hopfgarten) jeweils Abflussmaximum im Juni;
Gewässersystemtyp		Normaltyp mit baumartiger Verzweigung vgl. MARCINEK (1975)
Topographisch-morphologischer Typ		Gebirgsfluss in Talalluvionen vgl. MANGELSDORF&SCHEURMANN (1980)
Flusstyp		• gestreckter / gerader Lauf (verbaute Strecken, Schluchstrecken) • verzweigter Fluß (Aufweitungsbereiche in Verflachungsstrecken)
Biologische Gewässergüte		II (I-III); ATILR, Abt. Vih-Wasserwirtschaft; Stand: 1991/92
Fischregion		• Obere Forellenregion (Epithital); • in Verflachungs- und Aufweitungsstrecken auch Untere Forellenregion (Metathital)
Flussordnungszahl n. STRAHLER (1957)		4 (ab Mündung Zwenewaldbach) WIMMER&MOOG (1994)
Geologischer Untergrund		Altkristallin mit Paragneisen und Glimmerschiefern als häufigste Gesteinsarten; vereinzelt Intrusivgesteine (Tonalite) der Rieserfernergruppe; im hintersten Defereggental (Grün-) Schiefer der Oberen und Unteren Schieferhülle;
Klima		Jahresdurchschnittstemperatur: 3,9°C; Jahresniederschlagsmittel: 840 mm am Taleingang bis über 2000 mm in den Staulagen des Hochgebirges im W und NW; größte Niederschlagsmengen im Sommer und Herbst; mächtige Adria-Tiefs stauen sich südlich des Alpenhauptkammes und erhöhen die Gefahr von Hochwässern und Muren (Katastrophenhochwässer 1965 und 1966);
Aktuelle Vegetation		Landwirtschaftlich genutzte Rodungsinsein auf der orographisch linken Tal- seite ("Sonnsseite"); zonale Fichten- bzw. Lärchen-Fichtenwälder in der Funkti- on als Schutz- und Bannwälder, bedeutende Reste der einstigen (Lärchen- Zirbenwälder bei Oberhaus; ausgedehnte Bestände der stark gefährdeten Deutschen Tamariske (<i>Myricaria germanica</i>) an der Schwarzach bei St. Leon- hard (botanische Rarität; vgl. HÖFLER (1962) und REVITAL (1995));

Gewässerbetreuung –
Gemeinsam für die
Zukunft unserer Flüsse

Für die Schwarzach zwischen Seebach und Mündung in die Isel (Abb.1.1) entstand zwischen 1996 und 1999 ein modernes Gewässerbetreuungskonzept, das zweite seiner Art in Tirol. Eine Vielzahl an dringenden Problemen hatte die Ausarbeitung dieses zukunftsweisenden schutzwasserwirtschaftlichen Projektes notwendig gemacht:

- Der Einfluss der zahlreichen Seitenzubringer auf die Schwarzach im Katastrophenfall war bislang zu wenig erforscht.
- Die nach 1965/66 z.T. als Sofortmaßnahmen durchgeführten Verbauungen hatten lokal zu Sohlinniefungen geführt, deren Ausmaß und Folgen nachgegangen werden mußte.

- Art und Ausmaß der Gefährdung von Siedlungsbereichen und Straßenabschnitten bei Katastropheneignissen bedurften einer eingehenden Analyse auf Basis aktueller Vermessungsdaten und Berechnungen.
- Die Lage des Projektsgebietes in einem landschaftlich sehr sensiblen Raum im Vorfeld des Nationalparks Hohe Tauern verlangte einen besonders schonenden Umgang mit dem Hauptgewässer des Tales.

- Dazu kam, dass österreichweit veränderte gesellschaftliche und rechtliche Rahmenbedingungen („Naturschutzgedanke“, Festschreibung der „ökologischen Funktionsfähigkeit“ von Fließgewässern in der Wasserrichtsgesetznovelle 1985) die Einbeziehung ökologischen Gedanken-

guts in flussbauliche Planungen vorsehen.

Als rechtliche "Plattform" für die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Wasserbauern und Ökologen wurde von der BUNDESWASSERBAUVERWALTUNG das Instrument der "Gewässerbetreuung" geschaffen (vgl. STALZER 1992 u. 1994). Darin wird skizziert, wie mit realistischen finanziellen Mitteln menschliche Siedlungen bestmöglich gegen Hochwasser geschützt, gleichzeitig aber auch die ökologische Funktionsfähigkeit und der Erholungswert des Gewässers erhalten bzw. verbessert werden können.



Abb. 1.1: Gewässerbetreuungskonzept Schwarzach; Lage des Projektgebietes (dicke Linie) innerhalb Osttirols (Bezirk Lienz)

1 Projektstruktur und -ablauf

Das Gewässerbetreuungskonzept sieht insgesamt fünf Projektphasen vor (Abb. 1.2):

- 1. Erstellung von Plangrundlagen
- 2. Flächendeckende Erhebungen („räumliche Ebene“)
- 3. Detailuntersuchungen in Referenzstrecken („funktionale Ebene“)
- 4. Gewässerspezifisches Leitbild
- 5. Maßnahmenprogramm

In den einzelnen Phasen werden, dem interdisziplinären Ansatz entsprechend, je nach Aufgabenstellung sowohl flussbauliche als auch ökologische Themen behandelt, wobei die Themenbereiche der untersten Gliederungsebene als Arbeitspakete (kurz: AP) bezeichnet werden. In den Arbeitspaketen werden Aufgabenstellungen zusammengefasst, die bezüglich der fachlichen Anforderungen, des zeitlichen Ablaufes und der Teilfunktionen im Projekt Ähnlichkeiten aufweisen. Insgesamt ergeben sich für die Schwarzach 14 Arbeitspakete (Abb. 1.2).

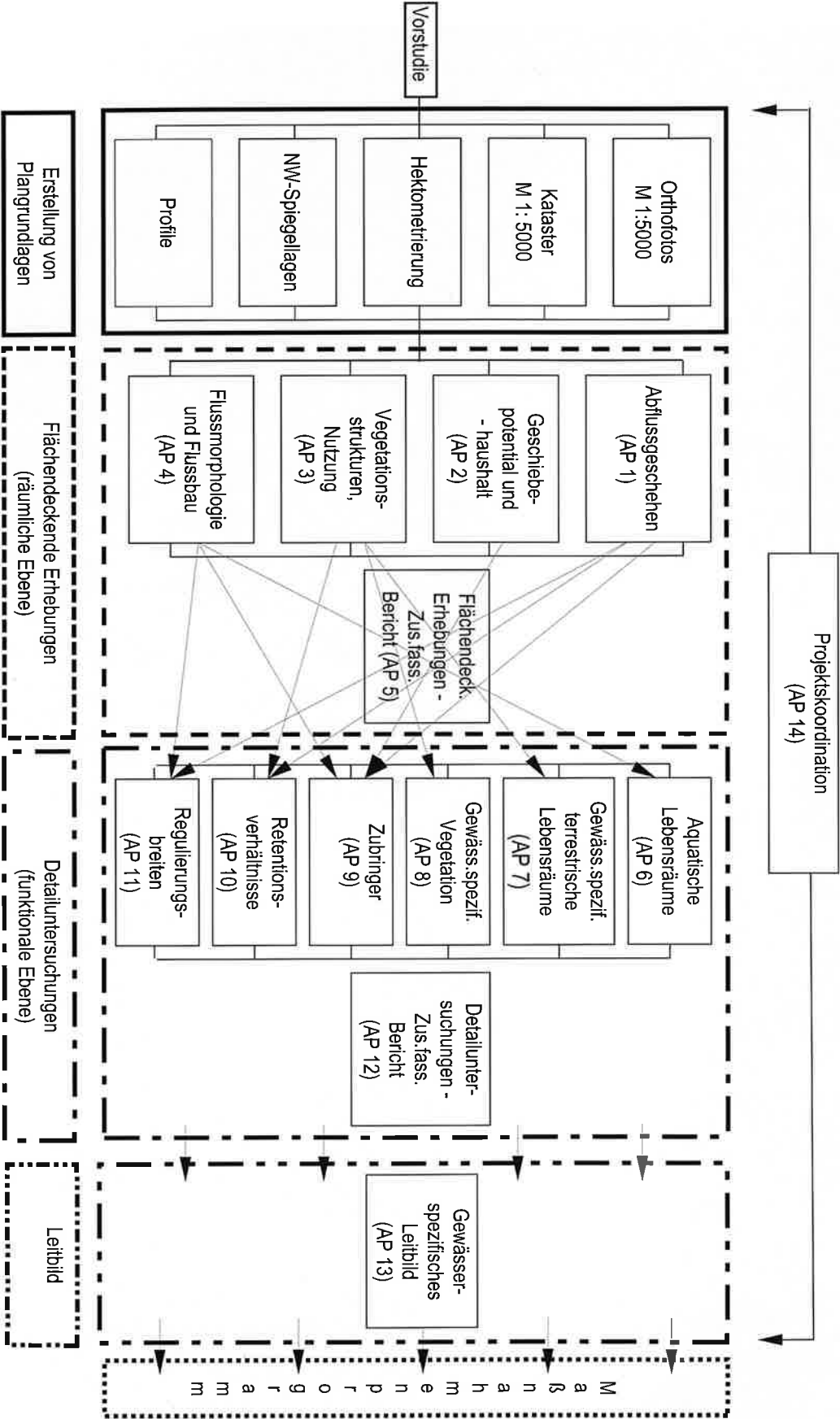
Nach den flächendeckenden Ist-Zustandserhebungen in den Jahren 1996 und 1997 folgten im Zeitraum 1997 - 1998 die Detailuntersuchungen an ausgewählten Faktoren des Flusssystems (Tab. 1.1). Ziel war es, wesentliche „funktionale“ Wirkungszusammenhänge zwischen biotischen und abiotischen Einflussgrößen „herauszufiltern“, von denen im Hinblick auf künftige schutzwasserwirtschaftliche Maßnahmen entscheidende Relevanz zu erwarten war.

In der folgenden Übergangsphase von der Ist-Zustandserhebung zur Maßnahmenplanung bildete das gewässerspezifische Leitbild die Plattform für einen intensiven Nachdenkprozess zur Formulierung wesentlicher schutzwasserwirtschaftlicher und ökologischer Ziele. Diese stellten ihrerseits die Basis für den abschließenden Schritt des Gewässerbetreuungskonzeptes, den Maßnahmenkatalog, dar.

Tab. 1.2: Gewässerbetreuungskonzept
Schwarzach; Durchführungszeiträume der Projektphasen

PROJEKTPHASE	DURCHFÜHRUNGSZEITRAUM	Vorstudie	Erstellung von Plangrundlagen	Flächendeckende Erhebungen	(Ist-Zustand)	Detailuntersuchungen (Ist-Zustand)	Leitbild	Maßnahmenkatalog
	1995	1995 / 96	1996 / 97	1997 / 98	1999	1999		

Abb. 1.2: Projektstrukturplan
Gewässerbetreuungskonzept
Schwarzach





Ist-Zustand

Flächendeckende Untersuchungen

Detailuntersuchungen

Flächendeckende Untersuchungen

Abflussgeschehen

Voraussetzung für künftige flussbauliche und ökologische Planungen sind genaue Kenntnisse der Abflussmengen 5-, 30- und 100-jährlicher Hochwasserereignisse (HQ_5 , HQ_{30} und HQ_{100}) und die daraus resultierenden Überflutungen.

Abflusswassermengen der Schwarzach

In Koordination mit dem Hydrographischen Dienst des Landes Tirol wurde für den Pegel Hopfgarten ein HQ_{100} von 270 m³/s ermittelt. Die Abflussmenge eines 30-jährlichen Hochwassers beträgt 185 m³/s, jene eines 5-jährlichen Ereignisses 100 m³/s. Beim letzten großen Hochwasser 1991 (Abb. 2.1) lag die Abflussmenge bei rund 200 m³/s. Tab. 2.1 zeigt weitere charakteristische Werte für die Schwarzach.

Tab. 2.1: Abflusswerte der Schwarzach bei HQ_{100} , HQ_{30} , HQ_5 u. HQ_{1991}

SCHWARZACH	HQ_{100}	HQ_{30}	HQ_5	HQ_{1991}
vor Arvenalbach	31 m³/s	21 m³/s	11 m³/s	23 m³/s
vor Seebach	61 m³/s	42 m³/s	22 m³/s	45 m³/s
vor Grossbach	83 m³/s	57 m³/s	31 m³/s	61 m³/s
vor Patscherbach	95 m³/s	65 m³/s	35 m³/s	70 m³/s
vor Stalleralmbach	121 m³/s	83 m³/s	45 m³/s	90 m³/s
vor Erbsbach	129 m³/s	88 m³/s	48 m³/s	96 m³/s
vor Popelitzbach	134 m³/s	92 m³/s	50 m³/s	100 m³/s
vor Lappbach	140 m³/s	96 m³/s	52 m³/s	104 m³/s
vor Ragölbach	149 m³/s	102 m³/s	55 m³/s	110 m³/s
vor Trojeralmbach	165 m³/s	113 m³/s	61 m³/s	123 m³/s
vor Bruggeralmbach	198 m³/s	136 m³/s	73 m³/s	147 m³/s
vor Tegischerbach	209 m³/s	143 m³/s	78 m³/s	156 m³/s
vor Frodlitzbach	226 m³/s	155 m³/s	84 m³/s	168 m³/s
vor Grützerklammbach	231 m³/s	159 m³/s	86 m³/s	172 m³/s
vor Stemmeringeralmb.	233 m³/s	160 m³/s	87 m³/s	174 m³/s
vor Gsätzler Almbach	238 m³/s	163 m³/s	88 m³/s	177 m³/s
vor Kleinitzer Almbach	253 m³/s	174 m³/s	94 m³/s	188 m³/s
vor Bichler Almbach	265 m³/s	182 m³/s	98 m³/s	197 m³/s
vor Zwenewaldbach	270 m³/s	185 m³/s	100 m³/s	201 m³/s
vor Grünalmbach	283 m³/s	194 m³/s	105 m³/s	210 m³/s
Mündung	292 m³/s	200 m³/s	108 m³/s	217 m³/s



Abb. 2.1: Bereich Langstauden / Lacken. Die Überflutungen von 1991, ein etwa 30-jährliches Ereignis, sind noch gut zu erkennen.



Abb. 2.2: Die Schwarzachmündung vor dem Ereignis 1965 (oben) und im August 1966 (unten). Die Häuser mit dem roten Punkt wurden bei den Katastrophen 1965/66 zerstört, der blaue Pfeil markiert die Brücke. 1967 wurde am Schluchtausgang eine Geschlebestaumsperrre errichtet.

Tab. 2.2: Überflutete Bereiche bei HQ_{100}

BEREICH	AUSWIRKUNG BEI HQ_{100}
Mariahilf	Beidseitig Bachausstritte - verstärkt durch Auflandungen und unzureichendes Durchflussprofil der Brücke
St.Jakob	Beidseitig Bachausstritte, linksseitig bis zur Ortschaft; Durchflussprofile der Handel- und Einfangbrücke unzureichend
Lacken	Großflächige Überflutungen, rechtsseitig (Langstauden) bis zu 300m weit (vgl. Abb. 2.1 u. 2.3); Durchflussprofil der Lackbrücke unzureichend
unterhalb Zotten	Beidseitig Bachausstritte; linksseitig ist die Landesstraße betroffen, rechtsseitig ein Auwald
Innerstanz	Beidseitig Bachausstritte; linksseitig ist die Landesstraße betroffen, rechtsseitig Wiesen; die Innerstanzbrücke wird links umgangen
Pion	Beidseitig Bachausstritte durch zu geringe Durchflussprofile der Keilfinger- und Auenbrücke
Hopfgarten	Beidseitig Bachausstritte durch zu geringe Durchflussprofile der Blos-, Sä- und Fischerleebbrücke

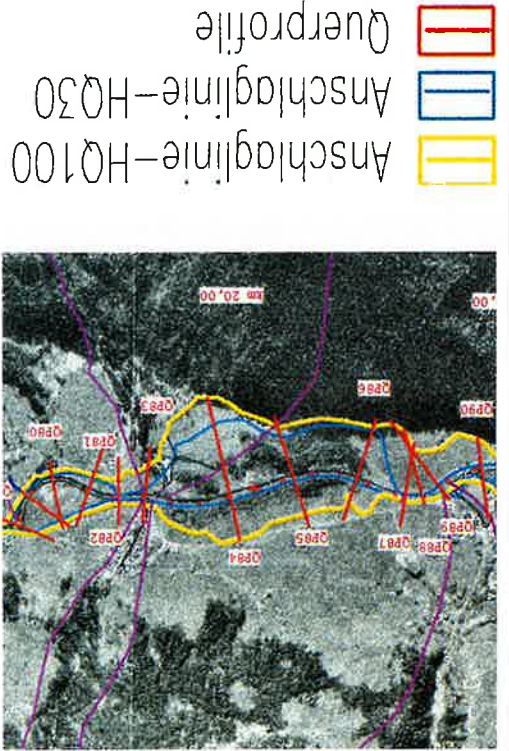


Abb. 2.3: Plan Anschlaglinie HQ_{30}/HQ_{100} M 1:25.000, Ausschnitt Langstauden / Lacken; Gemeinde St.Jakob i.D.;

Hochwasseranschlaglinien 100-jährlicher Ereignisse

Die statistisch ermittelten charakteristischen Abflusswerte (Tab. 2.1) bildeten die Grundlage für die Berechnung der Hochwasseranschlaglinien für Extremereignisse (HQ_{100} , HQ_{30}) mittels stationärem eindimensionalen Abflussmodell (Programm: SPIEGWIN). Ergänzend dazu wurden die zu erwartenden Geschlebeauflandungen aus Seitenzu- bringern berücksichtigt, die in AP 2 ermittelt worden waren (vgl. Kap. 2.1.2). Im Bereich der Brücken wurde außerdem die Gefahr von Verklausungen und Bachverwerfungen durch Wildholz gutachterlich bewertet.

Die Ergebnisse zeigen, dass als Folge der Regulierungsarbeiten nach 1965 / 1966 das Gerinne der Schwarzach über weite Strecken in der Lage ist, 100-jährliche Hochwässer abzuführen. Überflutungen sind in den Bereichen Mariahilf, St. Jakob/Lacken, Zotten/Osling, Innerstanz und Hopfgarten/Pion zu erwarten (Tab. 2.2). Sie werden zum Teil durch Geschlebebeeinträchtigungen aus Seitenzubringern verstärkt, die zu Sohlauflandungen führen. Aber auch ohne Auflandungen müßte in den betroffenen Bereichen mit Bachausstritten gerechnet werden. Für eine allfällige Maßnahmenplanung ist jedenfalls ein enger Bezug zum Geschlebehaushalt der Schwarzach herzustellen.

Hochwasseranschlaglinien 30-jährlicher Ereignisse

Das 30-jährliche Ereignis kann bis zum Mündungsbereich des Trojeralmbaches, wo es zu geringfügigen Überflutungen kommt, im Gerinne bzw. in der Bachstätt der Schwarzach abgeführt werden.

Großflächige Überflutungen des Vorlandes sind im Bereich Lacken bis zum Schwemmkegel des Feistritzbaches zu erwarten, wobei die Lackbrücke rechtsseitig umgangen wird. Unterhalb der Lackbrücke kommt es auch linksseitig zu Bachausstritten (vgl. Abb. 2.3). In diesem Bereich ist auch beim 5-jährlichen Ereignis mit Bachausstritten zu rechnen. Unterhalb sind bei HQ_{30} keine wesentlichen Überflutungen mehr zu erwarten.

Geschiebehauhalt

Die Schwarzach als Gebirgsfluss wird, wie auch die Katastrophenereignisse 1957 und 1965 / 66 zeigten, in ihrem Abflussverhalten bei Extremereignissen ganz wesentlich durch ihren Geschiebehauhalt geprägt (Abb. 2.4 u. 2.5). V.a. Geschiebeeinstöße aus Seitenzuflüssen können in Verbindung mit den morphologischen Parametern des Flusses (Gefälle, Sohlbreite, Ufererosion etc.) zu Sohlaufänderungen führen und dadurch die Überflutungscharakteristik der Schwarzach entscheidend beeinflussen. Daher ist die genaue Untersuchung der Geschiebestituation bei einem 100-jährlichen Hochwasserereignis eine grundlegende Voraussetzung für künftige Gewässerbetreuungsmaßnahmen, basierend auf der Berechnung der Hochwasseran-schlagslinien (vgl. Kap. 2.1.1).

Geschiebehauhalt der Schwarzach bei HQ₁₀₀

Zwischen Patscheralm und Erisbach besteht bei einem 100-jährlichen Abflussereignis mit weitgehender Geschiebesättigung aus dem Oberlauf infolge des großen Gefälles eine hohe Transportkapazität von rechnerisch 48.700 m³ (Abb 2.7). Durch die mit groben Blöcken abgepfaste Sohle tritt jedoch nur latente Tiefenerosion auf. Im nachfolgenden Ausschotterungsbecken Erisbach werden rund 13000 m³ abgelagert, in den Aufweilungen unterhalb von Ladstatt und oberhalb von Mariahilf 4.700 m³ bzw. 10.000m³. In Mariahilf führt die Geschiebestituation, wie auch 1965 belegt, zu massiven Auflandungen (12.100 m³). - Ebenso im Bereich St. Jakob (Abb. 2.6), bedingt durch die Reduktion des Gefälles unterhalb der Sanderbrücke und die Einstöße des Trojer- und Teglscheralmabaches (ca. 6.000 m³). Bis zur Mellitzschlucht kommt es nur lokal zu einem Anstieg der Geschiebefracht, etwa in der Steilstufe am Feistritzbach-Schwermkegel oder durch Einstöße aus Gritzerklamm- und Gasitzeralmbach. Geschiebespitzen werden in den Aufweilungen bei Bruggen, Fretzbachmündung und Innerstanz durch Anlandung ausgeglichen.



Abb. 2.4: Ausschotterungsbecken Mellitzwald. Beim Ereignis 1957 verlagerte sich das Bachbett der Schwarzach auf die andere Tal-seite.



Abb. 2.5: Hopfgarten, August 1966. Rechts im Hintergrund der Zwenewaldbach. Beim Ereignis im August 1966 brach die Schwarzach vor allem rechtsufrig aus, während es beim Ereignis 1965 durch den massiven Einstoß des Zwenewaldabaches vor allem linksufrig zu großflächigen Überflutungen kam.

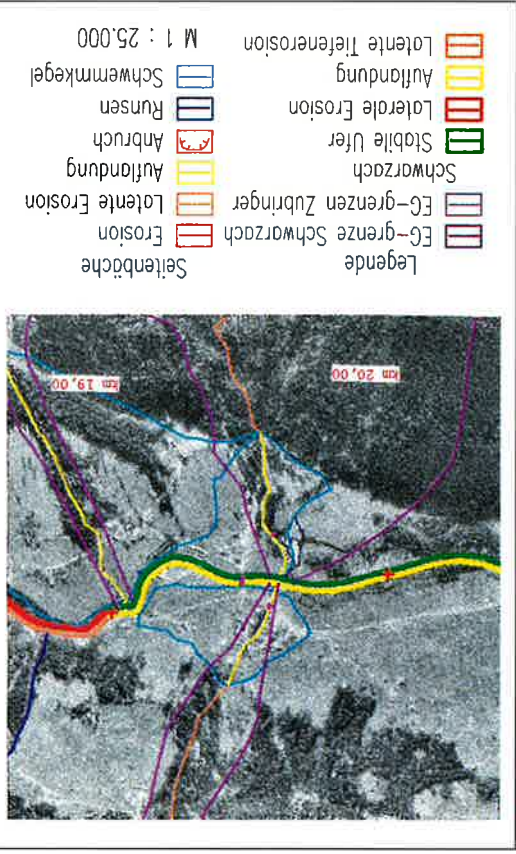


Abb. 2.7: Plan Geschiebehauhalt; 1:25.000; Ausschnitt Langstauden/Lacken;

In der Mellitzschlucht wurde aufgrund der großen Waldanbrüche von 1882 und 1965 ein Geschiebeeintrag von 10.000 m³ unterstellt. Am Ausgang der Schlucht befindet sich das Ausschotterungsbecken Mellitzwald. Hier ist bei HQ₁₀₀ mit der Ablagerung von etwa 15.000 m³ Geschiebe zu rechnen. Unterhalb schließt ein Regulierungsgerinne an, in dem sich die Auflandungen aufgrund des abnehmenden Gefälles fortsetzen. Im Bereich von Hopfgarten sorgt zudem der Zwenewaldbach mit einem kalkulierten Geschiebeeintrag von 20.000 m³ für Auflandungen. Unterhalb von Hopfgarten können der Hopfgartnergraben, der Grünalmbach und die Defreggerklamm Geschiebeeinstöße im Gesamtausmaß von annähernd 80.000 m³ verursachen (vgl. auch Kap. 2.2.4). Damit erreicht die Geschiebefracht eine maximale Größe von rund 100.000 m³. - Exakt jene Menge, die die großdellige Geschiebestausperre am Schluchtausgang zurückhalten kann.

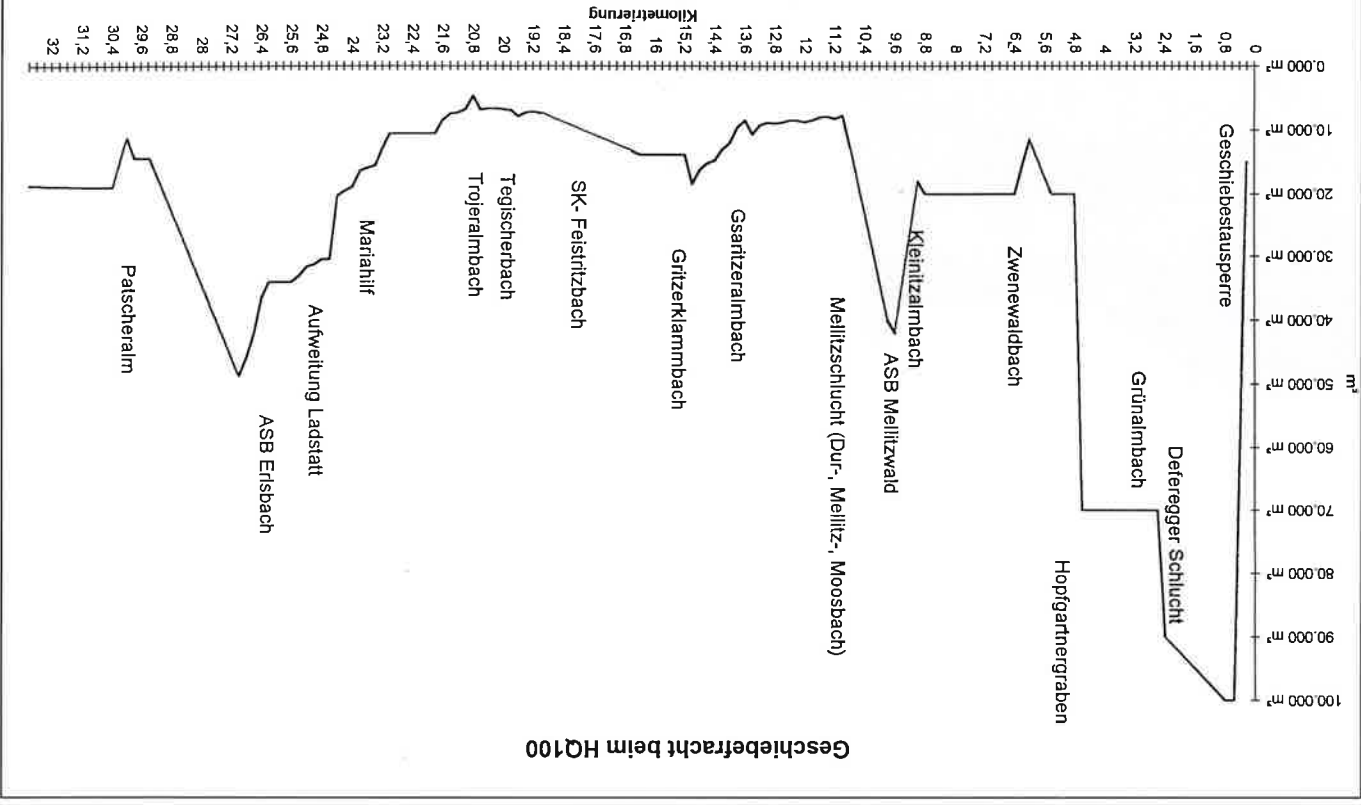


Abb. 2.6: Geschiebefracht der Schwarzach bei einem 100-jährlichen Hochwasserereignis

Vegetationsstrukturen und Flächennutzung

Die kartografische Darstellung der Vegetationsstrukturen und Nutzungsursachen deutlich.

und der Biotopverinselungsstendenzen Nutzungskonflikte und Gefähr-

reiche, andererseits werden aus der Betrachtung der Umlandnutzung

Ausmaß, der im Projektsgelbte aktuell vorhandenen naturnahen Be-

Tab. 2.3: Ökologisch wertvolle Auwaldkom-
plexe an der Schwarzach

AUWALDKOMPLEX		HA	3,1	10-25-jährige Grauerlenbestände	bei Pion (Flkm 6,9-7,15): Grauerlenauwald	1,0	Flußauf Schmittenkirche! (Flkm 8,8-9,95): unterschiedlich alle Grauerlenbestände	7,2	gegenüber Durbachmündung (Flkm 10,9-11,3): junger Grauerlenbestand; zur Stra- ße hin Fichten	1,0	bei Görttschach (Flkm 11,6 - 12,0): Grau- erlenbestand, von Sumpf- und Riedflächen umgeben	1,6	unterhalb Zotten (Flkm 12,2 - 13,05): Grauerlen-Weiden-Mischbestand, Fichten- auenwald, Weidengebüschstreifen	6,1	oberhalb Zotten (Flkm 13,3 - 13,65): Fich- tenauwald	1,4	bei Osing (Flkm 14,1 - 14,5): Grauerlenbe- stände, Fichtenauwald	2,8	bei Giltzerklammbachmündung (Flkm 14,65 - 14,95): il. junges Weidengebüsch, auf Schotter Tamariskenbestände	1,1	"Langstauden" unterhalb St. Jakob (Flkm 19,6 - 20,4): il. Weidenbestand und Fich- tenauwald; re. Weidengebüsche, Fich- tenauwälder und Tamariskenbestände	11,1	bei St. Jakob (Flkm 21,0-21,5): Fichten- Lärchen-Mischbestände auf potentiellm Auwaldstandort	1,8	bei Mariahilf (Flkm 22,9 - 23,55): Grauer- lenbestände, Weidengebüsch mit Pionier- weiden und Tamarisken, Fichtenauwald	3,4	bei Ertzbach (Flkm 25,85-26,75): Fichten- auenwald, Grauerlenbestand mit Totholz	7,5	Gesamt	49,1
---------------	--	----	-----	---------------------------------	---	-----	--	-----	--	-----	--	-----	---	-----	--	-----	--	-----	---	-----	---	------	---	-----	---	-----	--	-----	--------	------



Abb. 2.8: Pionierstandort auf einer Schotter-
bank im Fluss

An der Schwarzach finden sich derzeit 18 größere Schotter- und Ge-
schleiebänke mit Pioniervegetation (Abb. 2.8). Die Gesamterstrek-
kung dieser Bereiche beträgt über 8 km; dies entspricht fast einem
Drittel der gesamten Untersuchungsstrecke. Die Pufferung dieser
Pionierstandorte gegenüber Störereinflüssen des Umlandes ist über
weite Strecken gegeben. Ausnahmen diesbezüglich bestehen im
Mittellauf. Die Problematik der "Verinselung" von Pionierstandorten
innerhalb des Projektgebietes ist allgemein als gering anzusehen.

Pionierstandorte

Die Biotopdistanzen zwischen den Auwaldkomplexen liegen im
Durchschnitt unter 1 km, sind also auch für Amphibien noch über-
windbar. Eine diesbezügliche Ausnahme bildet ausgerechnet der
größte Auwaldkomplex (Langstauden); dieser ist vom nächsten fluss-
abwärts gelegenen Auwald über 4 km entfernt.

Auwaldkomplexe



Abb. 2.9: Fehlende Pufferung der Schwarzach
zum angrenzenden Grünland (Bereich Dölach)

Tab. 2.4: Konfliktbereiche Straße - Gewässer;
Flussabschnitte mit unmittelbar angrenzender
Landesstraße

STRECKE	FLKM	LÄNGE	KM
Innerhopfgarten-Pion	6,1 - 6,7	0,60	
Görschach	11,6 - 12,05	0,45	
Zotten	12,9 - 13,15	0,25	
Osing	13,55 - 13,8	0,25	
St. Jakob	21,7 - 22,2	0,50	
Ladstatt	22,95 - 23,15	0,20	
Gesamt		2,25	

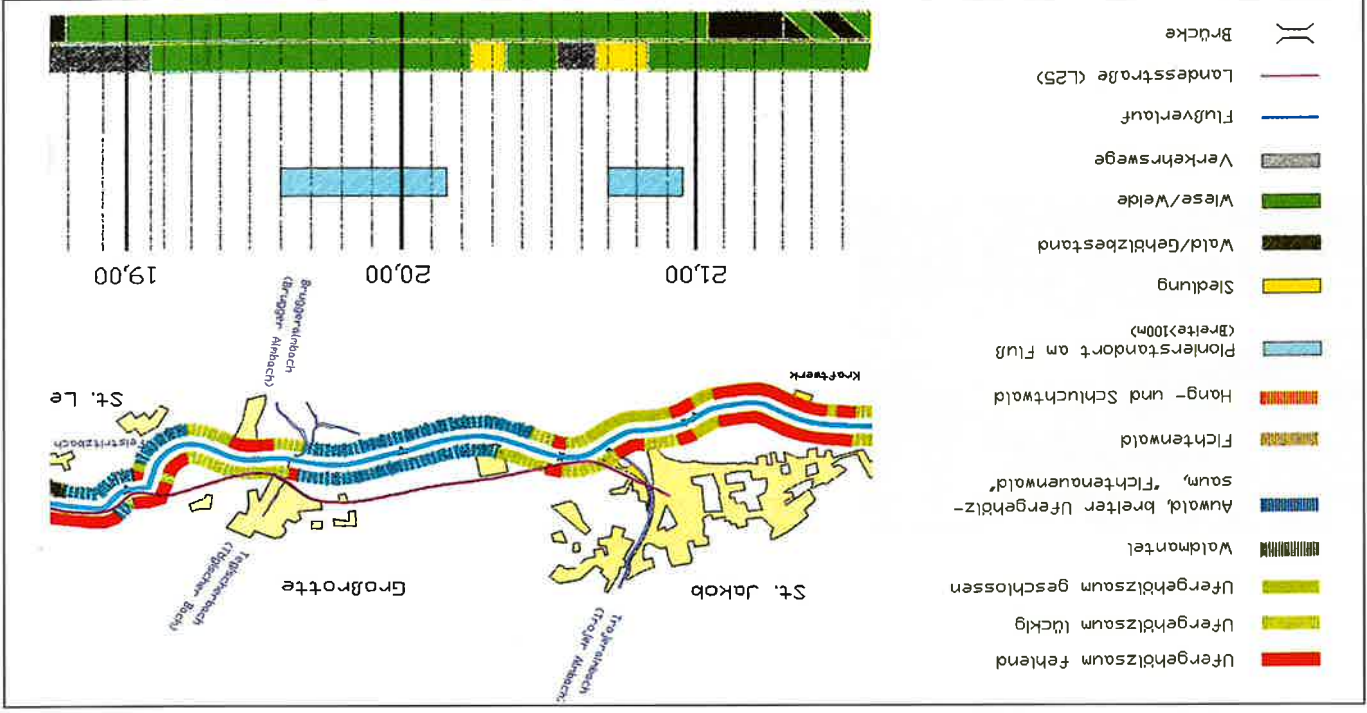


Abb. 2.10: Plan Vegetationsstrukturen/Nutzung - Überblick M1:25.000; Ausschnitt Langstauden/Lacken;

Pufferung

Aus gewässerökologischer Sicht fallen insbesondere die vielfach feh-
lenden Ufergehölzsaume linksufrig entlang von landwirtschaftlichen
Flächen und Straßen auf (Abb. 2.9). Insgesamt sind mehr als die
Hälfte der Gewässerstrecken, die an landwirtschaftliche Flächen an-
grenzen, unzureichend gegen optische und akustische Störereinflüsse
bzw. Nährstoffeinträge gepuffert. Dadurch fehlen auch Ufergehölz-
säume als wichtige Lebens-, Rückzugs- und Durchzugsräume (Migra-
tionsachsen) für viele Tierarten.

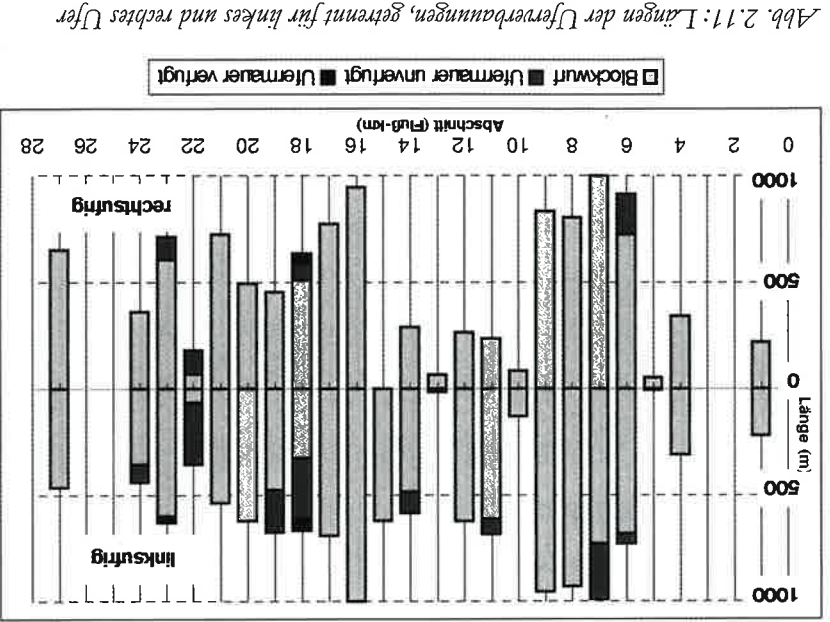
Die Defregger Landesstraße verläuft auf einer Gesamtlänge von über
2 km (oder rund 8 % der untersuchten Gesamstrecke) in unmittelba-
rer Ufernähe (Tab. 2.4). Puffernde Ufergehölzsaume fehlen hier häu-
fig, sodass das Gewässer in diesen Teilstrecken großen optischen
und akustischen Störereinflüssen ausgesetzt und in der Folge als Le-
bensraum für anspruchsvolle störempfindliche Arten nur bedingt ge-
eignet ist. Die flussnah geführten Straßenabschnitte stellen zudem
Barrieren für die Wanderung und Ausbreitung von Tierarten entlang
der Schwarzach dar.

Flussmorphologie und Flussbau

Flussbauliche Situation

Die Erhebung der flussbaulichen Maßnahmen an der Schwarzach zeigt, dass aktuell rund 40 % der Flussufer verbaut sind (Abb. 2.12). Gleichzeitig wird deutlich, dass der Verbauungsgrad rechtsufrig insgesamt etwas geringer ausfällt als linksufrig. Dies gilt v.a. für den Mittellauf (Flkm 9 – 15; Abb. 2.11).

Die Untersuchungen zeigen darüberhinaus, dass der größte Teil der Längsverbauung aus Blockwürfen (Abb. 2.13) besteht, Ufermauern (Abb. 2.14) sind wesentlich seltener. Diese findet man fast ausschließlich im Nahbereich zur Landesstraße. Dementsprechend ist ihr Anteil linksufrig deutlich höher als rechtsufrig (Abb. 2.14).



Buhnen sind der mit Abstand häufigste Querkerschnitt. Sie kommen im gesamten Projektsgelbiet mit Ausnahme der Schluchtsrecken zum Einsatz, besonders häufig bei Bruggen und St. Jakob. Sohlschwellen, Rampen und Absturzarwerke sind vergleichsweise selten. Sie liegen zumeist in durchgehend verbauten Abschnitten. Sie dienen hier der Sohlschwellen.

Abb. 2.11: Längen der Uferverbauungen, getrennt für linkes und rechtes Ufer

Abb. 2.12: Verbaute und unverbaute Ufer an der Schwarzach (Gesamtlängslänge: 54,4 km)

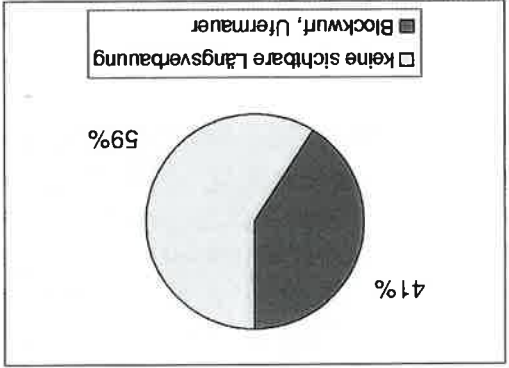


Abb. 2.13: Blockwurf gesichertes Ufer (bei Plon, Flkm 7,5)



Abb. 2.14: Betonverputzte Ufermauer (nach St. Jakob, Flkm 22,2)

Flussmorphologische Situation

Entsprechend den natürlichen Ausgangsbedingungen (Schluchtsrecken, steile Taleinänge mit Lockermaterial) kommen an der Schwarzach viele Felsufer und offene Uferanbrüche vor, letztere insbesondere rechtsufrig vor Hopfgarten und am Schwemmkegel des Feistritzbaches bei St. Leonhard (Abb. 2.16).

Großflächige Schotterbänke existieren nur in sehr breiten Aufweitungsstrecken wie dem Ausschotterungsbecken Mellitzwald (Flkm 8,8 - 9,6; Abb. 2.15). Allein etwa 30% der gesamten Schotterflächen an der Schwarzach sind hier zu finden. Mittel- und kleinflächige Schotterbänke (unter 0,5 ha Größe) kommen nach wie vor im gesamten Untersuchungsgebiet vor. Reine Sandbänke fehlen fast völlig.

Die Untersuchung der Strömungsverhältnisse zeigt deren enge Beziehung zu den Gefällsverhältnissen. Analog zu den 4 Gefällsstufen, in denen die Schwarzach zur Isel hin abfällt, wechseln auch stark turbulente (Kaskaden-)abschnitte und ruhige bis schwach turbulente Strömungsverhältnisse laufend ab (Tab. 2.5).

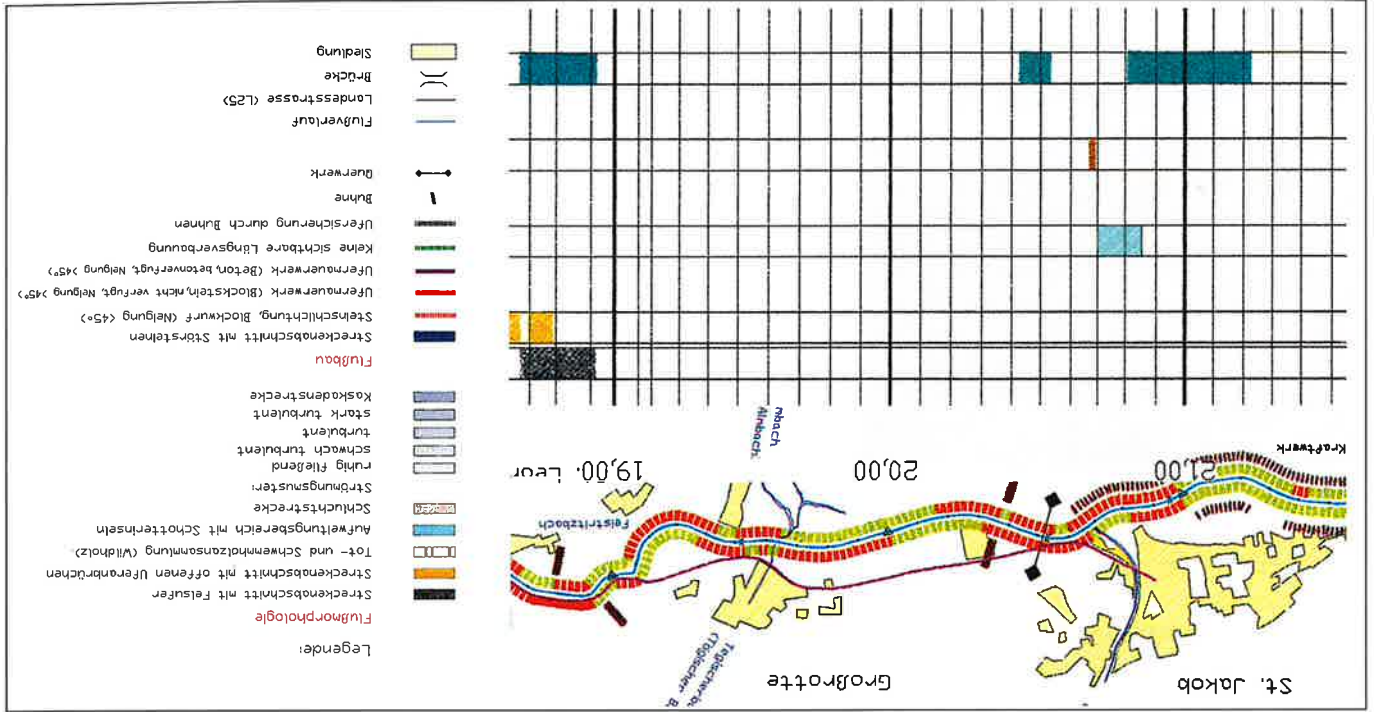
Strömungsmuster (bei Niederwasser)	Strömungsmuster (bei Niederwasser)
ruhig fließend	4,55 km
schwach turbulent	3,65 km
turbulent	6,85 km
stark turbulent	3,65 km
Kaskadenstrecke	8,50 km
Schluchtsreckenabschnitte	2,30 km
Aufweitungsbereiche (> 2x Regelprofilbreite)	6,30 km

Tab. 2.5: Strömungsmuster, Schluchtsrecken und Aufweitungsbereiche - Gesamtlänge (km)

Abb. 2.15: Großflächige Geschiebebank im Ausschotterungsbecken Mellitzwald (Flkm 8,8-9,6)



Abb. 2.16: Plan Flussmorphologie und Flussbau - Überblick M1:25.000; Ausschnitt Langstaden/Lacken;



Detailuntersuchungen

Aquatische Lebensräume (AP 6)

Durch Elektrofischungen (Abb. 2.17) und Benthosprobenahmen an insgesamt 23 Referenzabschnitten der Schwarzach und ausgewählten Zubringern (Auentümpfl, Zathamerbach, Bruggeralmbach) konnten leitbild-relevante Zusammenhänge zwischen schutzwasserwirtschaftlichen Maßnahmen und der Fauna des aquatischen Lebensraumes gewonnen werden.

Der Verlust langsam überströmter kiesig-schottriger Bereiche im Zuge von Bachbetteinengungen (untersucht am eng regulierten Abschnitt Feld – Tönig; Abb. 2.18) führt demnach zu einem drastischen Bestandesrückgang charakteristischer Arten der unteren Forellenregion, insbesondere der köcherfliege *Allogamus auricollis* (vgl. Abb. 4.5). Für die heimischen Fischarten Bachforelle und Äsche gehen kiesig-sandige Bereiche als Laichsubstrat verloren.

Der Strukturmangel des glatten Längswerkes an der Landesstraße oberhalb Hopfgarten (Abb. 2.19) mit nur geringen Unterstandsmöglichkeiten bedingt einen auffallend geringen Fischbestand (38 Individuen/100 m), wobei in diesem Bereich fast ausschließlich große Regenbogen- und Bachforellen der starken Strömung standhalten. Rauer Blockwurf, wie er im Bereich des Pegels Hopfgarten untersucht wurde, weist demgegenüber deutlich höhere Bestandsdichten auf. Immerhin rund 70 % der in diesem Abschnitt gefangenen Fische hielten sich im Lückenraum des vergleichsweise gut strukturierten Blockwurfs auf.

Standortgerechte Ufergehölzsäume sind an der Schwarzach die natürliche Ressource für den Lebensraum Totholz mit hochspezialisierten Arten wie der totholzbewohnenden Zuckmückenlarve *Orthocladius lignicola*. Daneben dienen uferbegleitende Gehölzsäume aber auch



Abb. 2.17: Elektrofischung der Schwarzach (im Mündungsbereich)



Abb. 2.18: Beidseitig verbaute enge Steilstrecke gegenüber der naturnahen Vergleichsstrecke im Ausschotterungsbecken Mellitzwald (Abb. 2.20) bestehen deutliche Defizite.



Abb. 2.19: Hart verbauter Prallufer (re.) und Hopfgarten, die Tierwelt des aquatischen Lebensraumes findet rechtsufrig wesentlich günstigere Lebensbedingungen vor.



Abb. 2.20: Ausschotterungsbecken Mellitzwald; hier laicht die Bachforelle, in den feinschottrigen, kiesigen Substraten erreicht die köcherfliege *Allogamus auricollis* Dichten bis 75.000 Individuen/m². Einige seltene Benthosarten wie die köcherfliege *Rhyacophila intermedia* und *Acrophylax zerburus* wurden hier nachgewiesen.



Abb. 2.21: Naturnaher Nebengewässer mit durchgehend passierbarem Zugang zum Fluss bilden die Voraussetzung für ein natürliches Aufkommen heimischer Fischarten in der Schwarzach.



Abb. 2.22: An der Geschiebeporre kurz vor der Mündung gibt es für die meisten Fische (v.a. Äschen) kein Weiterkommen.

als Nahrungslieferanten und Aufenthaltsbereiche für adulte Insekten und deren Vorstadien (etwa zur Häutung). Den Fischen bieten großflächige Totholzansammlungen und Wurzelwerk gute Unterstandsmöglichkeiten (insbesondere auch bei Hochwasser). Besonders deutlich zeigte sich dies am Beispiel des Auentümpfs, wo sich rund zwei Drittel des Fischbestandes auf eine Fichtenwurzel des ansonsten eher strukturlosen Teiches konzentrierten.

Das Vorhandensein von Nebennärrern im Flussbett ist vor allem für die Fischfauna der Schwarzach von Bedeutung. Diese Lebensräume sind bevorzugte Jungfischhabitate. Darüberhinaus stellen ruhig fließende Seitenarme auch bevorzugte Eiablageplätze der Bodenfauna dar und sind die „Kinderstube“ vieler Makrozoobenthosarten (Abb. 2.20).

Die untersuchten Nebengewässer (Unterer Zathamerbach, Auentümpfl (Abb. 2.21), Bruggeralmbach) besitzen große Bedeutung als Reproduktionsstätte heimischer Fischarten. Belegt wird dies durch das gegenüber der Schwarzach häufigere Vorkommen junger Bachforellen und Funde von rund 7 Wochen alten Bachforellen sowie im Sommer gesichtete Schwärme von 0+ Salmoniden (vermutlich Bachforellen).

Als Wanderhindernisse für Fische an der Schwarzach wurden die Geschiebeporre im Untertal und das Absturzauwerk beim Pegel Hopfgarten (mit einer Absturzhöhe von knapp 1 m) ermittelt. Insbesondere die Geschiebeporre (Abb. 2.22) stellt eine massive Unterbrechung des Fließgewässerkontinuums dar, die Laichwanderung der Äschen aus der Isel aufsteigenden Äschen wird hier vollständig unterbrochen. Aber auch an den Mündungsbereichen der untersuchten Nebengewässer wurden Defizite im Hinblick auf eine vollständige Fischpassierbarkeit festgestellt.

Tab. 2.6: Übersicht über die nachgewiesenen Amphibienarten, deren Vorkommen und geschätzte Häufigkeit in den Referenzabschnitten

Sowohl für Amphibien als auch für Vögel stellen betonverfügte Ufermauern aufgrund der fehlenden Nischen, Hohlräume und Ufergehölze völlig ungeeignete Teilbereiche dar. Geringfügig günstiger sind unverfügte Blocksteinmauern zu beurteilen. Sie können in Kombination mit Störsteinen im Fluss Ersatzlebensräume für felsanbrennende gewässerspezifische Vögelarten (Wasserramsel, Gebirgsstelze) bieten.

Langsverbauungen in Form von Blockwürrn weisen aufgrund ihrer geringeren Böschungsnengung bereits häufiger Ufergehölzsäume auf. Sie können so im Gegensatz zu Ufermauern Migraionsachsen und Sommerlebensräume für Grafsrosch und Erdkröte darstellen. Im Hinblick auf die Vogelwelt werden bei Vorhandensein von Ufergehölzsäumen Dickichtbewohner (Zilp-Zalp, Mönchsgrasrümcke etc.) und eu-ryöke Arten (Buchfink, Kohlmeise u.a.) gefordert. In Kombination mit Störsteinen führen beidufige Blockwürré allerdings in der Regel zu einer Verstärkung des Wildbachcharakters. Damit verbunden ist eine Veränderung des avizönötischen Charakters des Gewässers. Was-seransel und Gebirgsstelze, Leitarten schnellfließender Bäche mit Felsufer, werden gefordert (Abb. 2.24), der Flusssuferläufer als Leitart breiter Flusslandschaften mit Geschiebebänken dagegen zurückge-drängt. Daher sind jene flussbaulichen Maßnahmen grundsätzlich als günstig zu beurteilen, die Schotteranlandungen fördern und dadurch neue potentielle Lebensräume für den Flusssuferläufer schaffen. Zu diesen Maßnahmen gehören (unter bestimmten Voraussetzungen) Queerwerke in Form von Bühnen, vor allem aber Aufweilungen.

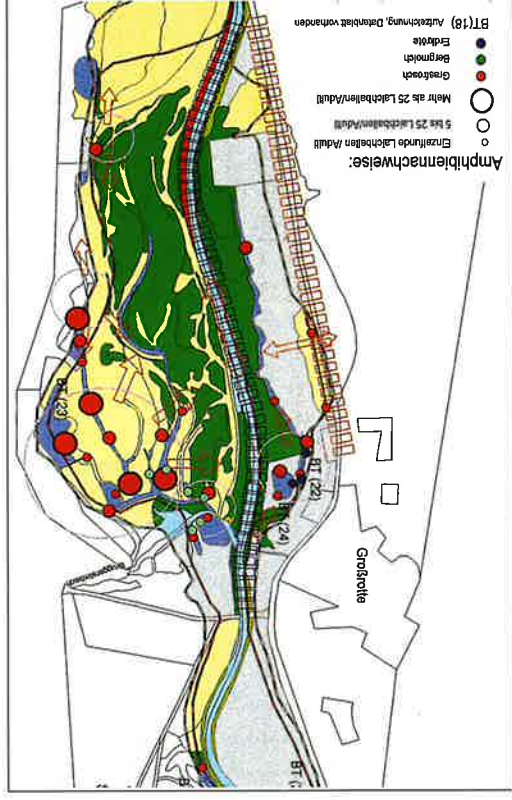


Abb. 2.23: Amphibienökologische Situation in Referenzabschnitt 7 (Langsanden);
Zeichenerklärung: roter Punkt = Nachweis
Grasfrosch; blauer Punkt = Nachweis Erd-
kröte; hellgrüner Punkt = Nachweis Berg-
molch

Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Flussbreiten und Amphibienvorkommen können angesichts fehlender Amphibienfunde im unmittelbaren Flussraum nur ansatzweise festgestellt werden. Grundsätzlich dürften eng regulierte Flussabschnitte als auch kleinräumige Aufweitungen wegen der häufigen Überschwemmungen als Amphibienhabitate ausscheiden. Bei großräumigen Aufweitungen allerdings kann vermutet werden, dass unter günstigen Bedingungen Tümpel und seichte Nebenrinne innerhalb des Abflussraumes als Laichhabitate für Amphibien geeignet sind.

Die Frage, inwieweit unterschiedliche Überflutungshäufigkeiten im Vorland die Amphibien- und Vogelfauna beeinflussen, kann anhand der vorliegenden Daten ebenfalls nur in Ansätzen beantwortet werden. Grundsätzlich zeigt sich, dass die höchsten Laichbiotopdichten und -qualitäten vornehmlich in Vorländern zu finden sind, die großflächig innerhalb der HQ_{30} -Hochwasserschlaglinie liegen (Abb. 2.23). In diesen Bereichen konnten auch die höchsten Arten- und Individuendichten bei Amphibien festgestellt werden. Zudem bilden die großflächigen, bei HQ_{30} -überströmten extensiven Feuchtwiesen im Einflusssbereich der Schwarzsach ideale und dicht besiedelte Brutgebiete des gefährdeten Braunkehlhais (Abb. 2.26) und wichtige Nahrungs- und Rastplätze für durchziehende Vogelarten.



Abb. 2.24: Blockwurf-gesicherte Ufer bieten der Gebirgssteige Lebensbedingungen, wie sie auch in ihrem angestammten Lebensraum, den felsig-blockigen Wildbachufern, zu finden sind.

Abb. 2.25: Charakteristischer Lebensraum des Flussuferläufers. - Bewachsene Schotterbank an der Mündung des Stemmertinger Almbaches (Referenzabschnitt 5).



Abb. 2.26: Schnabelgegnern als wertvolles
Biotop des Braunkohlens (Referenzabschnitt
7 – Langtanden)

Demnach bieten v.a. die sehr steilen, fast senkrecht stehenden Ufermauern aufgrund der höheren Strömungsgeschwindigkeiten und fehlenden Schotterbänke am glatten Böschungsfuß so gut wie keinen Standort für Ufergehölzsäume. Nur bei unverfügbaren bzw. erdverfügbaren Mauern können die Ritzen zwischen den Blocksteinen Habitate für spezialisierte Mauerritzen- und Ruderalsiedler darstellen.

auswaldähnliche Ufergehölzsäume auf.

[illegible]

Markante Zusammenhänge zwischen der Flussbreite und dem großflächigen Auftreten gewässerspezifischer Vegetation konnten v.a. im ASB Mellitzwald (Referenzabschnitt 4) festgestellt werden. Während flusspezifische Pioniervegetation in eng regulierten Strecken und kleinräumigen Aufweitungsbereichen wegen der kurzfristigen Überschwemmungsperioden weitgehend fehlt, zeigt die über 100 m breite Aufweitungsstrecke großflächige Sand- und Schotterbänke mit allen

zweigige Flüsse typisch ist.

A photograph of a pond with a large, dark, textured object (possibly a log or rock) in the foreground, and several fish swimming in the water. The water is calm, reflecting the surrounding greenery and the sky. The fish are of various sizes and are scattered throughout the pond. The overall scene is peaceful and natural.

Im Abschnitt Langstauden (Referenzabschnitt 7) konnten Auswüngen regelmäßiger Vorlandüberflutungen auf die gewässerspezifische Vegetation dokumentiert werden. Das bei 30-jährlichen Hochwässern großflächig überflutete Gebiet unterliegt größtenteils extensiver landwirtschaftlicher Nutzung. In der Folge werden ökologisch wertvolle Feuchtlebensräume erhalten, die mittlerweile an der Schwarzach zu den absoluten Mangelhabitaten gehören, darunter auch reine Moor- und Sumpfigesellschaften, Uferhölzer und seltenes Weiden-Tamarisken-Gebüsch (Abb. 2.30).

Tab. 2.7: Kurzcharakterisierung der Schwarzach-Zubringer

ELTHZ	HQ ₁₅₀	GEOLOGIE *)		bei HQ ₁₅₀ jährlich & ANM. *)
		GESCHIEBEEINSTOß		
			Zerrungszonen	700 m³
				g
				400 m³
				300 m³
				m
				4,87 km²
				19,8 m³/s
				4,00 m³
				300 m³
				m
				15,03 km²
				42,0 m³/s
				11,94 km²
				32,4 m³/s
				1,000 m³
				-
				g
				2,000 m³
				200 m³
				m
				3,96 km²
				15,5 m³/s
				6,48 km²
				23,8 m³/s
				10,60 km²
				33,3 m³/s
				1,59 km²
				10,0 m³/s
				28,87 km²
				43,8 m³/s
				15,97 km²
				6,98 km²
				24,5 m³/s
				verb
				2,500 m³
				500 m³
				g
				1,55 km²
				6,4 m³/s
				langsame MB
				500 m³
				g
				2,45 km²
				11,3 m³/s
				langsame MB
				3,000 m³
				-
				g
				4,28 km²
				18,2 m³/s
				2,000 m³
				-
				g
				5,80 km²
				22,3 m³/s
				16,1 m³/s
				3,58 km²
				21,9 m³/s
				langsame MB
				7,000 m³
				100 m³
				-
				g
				1,94 km²
				10,7 m³/s
				-
				g
				1,82 km²
				10,3 m³/s
				schnell.+ langs. MB
				15,000 m³
				100 m³
				m
				1,84 km²
				10,4 m³/s
				schnell.+ langs. MB
				15,000 m³
				800 m³
				m
				2,70 km²
				13,4 m³/s
				langsame MB
				4,000 m³
				50 m³
				m
				5,85 km²
				22,4 m³/s
				schnelle MB
				4,000 m³
				200 m³
				m
				1,41 km²
				8,7 m³/s
				3,000 m³
				-
				g
				0,84 km²
				6,1 m³/s
				3,000 m³
				-
				g
				4,64 km²
				19,2 m³/s
				500 m³
				-
				g
				18,94 km²
				44,1 m³/s
				60,000 m³
				200 m³
				m
				schnelle MB
				-
				m
				2,11 km²
				28,5 m³/s
				schnell.+ langs. MB
				50,000 m³
				1,200 m³
				m
				schnelle MB
				-
				m
				18,90 km²
				44,1 m³/s
				50,000 m³
				300 m³
				m

*) schnelle MB ... schnelle großräumige Massenbewegungen langsame MB ... langsame großräumige Massenbewegungen verb. ... Geschliebetrieb durch Verbauung (Geschlie-
stausperre) geprägt m ... murtfähig g ... geschliebeführend

Die Kornverteilungen der seitlichen Einstöße sind bei kleineren als 30-
jährlichen Ereignissen überwiegend feiner als die Deckschicht der Schwar-
zach, sie können zum größten Teil abtransportiert werden. Nur ein kleiner
Teil wird längerfristig in die Deckschicht der Schwarzach eingebaut.

Im Bereich der Zubringermündungen sind schutzwasserbautechnische
Probleme nur beim Gesartzeiralmbach (Gefährdung des Weilers Zotten)
und beim Zwenewaldbach (mögliche Verwertung der Schwarzach, Über-
flutung des Talbodens von Hopfgarten, vgl. Abb. 2.32) absehbar.

Seebach

Patscherbach

Weißer Gisser

Stalleralmbach

Erlsbach

Popeleitzbach

Lapbach

Ragätzbach

Reggenbach

Troyeralmbach

Bruggeralmbach

Teglscherbach

Feistritzbach

Leppetalbach

Frodlitzbach

Stemmeringeralmbach

Gritzerlammbach

Löbvertroggraben

Gsartzeiralmbach

Freizbach

Durbach

Mellitzbach

Moosbach

Kleinnitzbach

Birkerbach

Großlerbach

Bichleralmbach

Zwenewaldbach

Kirchlahner

Hopfgartengraben

Hohe Trage

Grünalmbach



Abb. 2.32: Der Zwenewaldbach mündet
nahezu gegen die Fließrichtung in die
Schwarzach. Bei Extremereignissen droht
die Verwertung des Flusses.

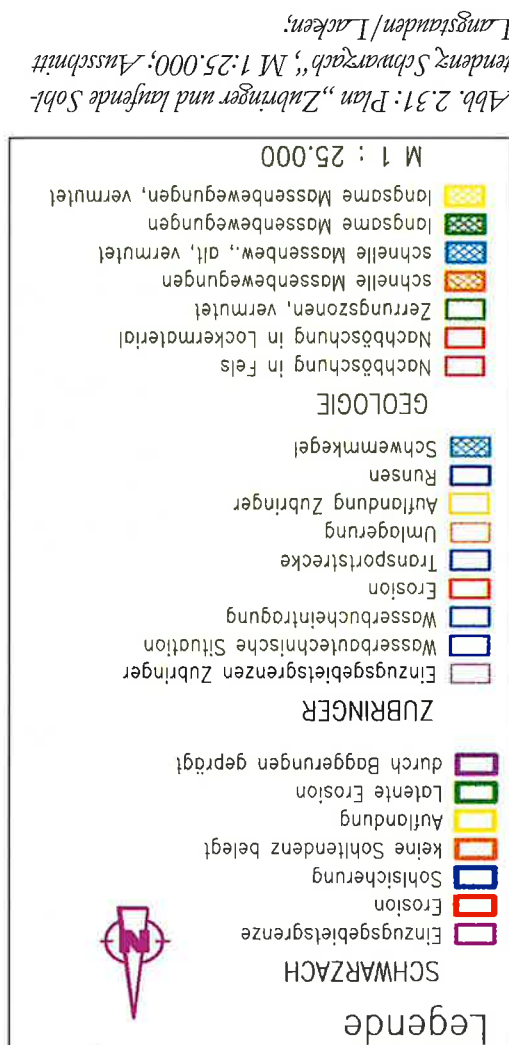
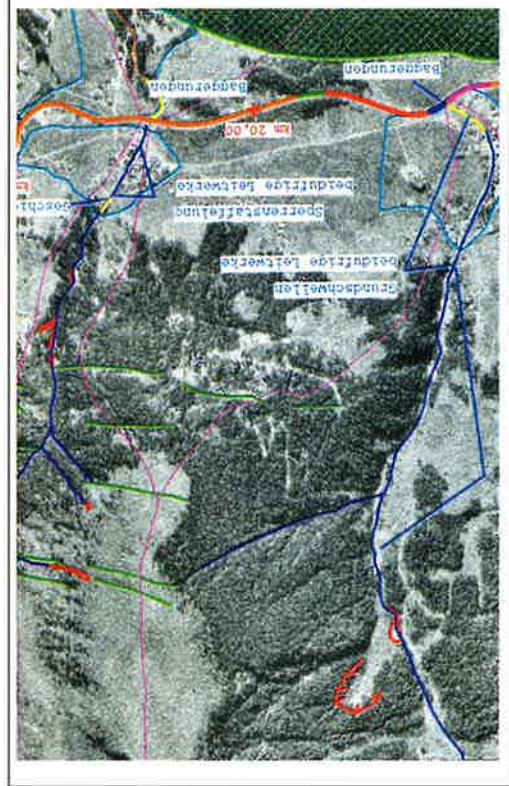


Abb. 2.31: Plan „Zubringer und laufende Sohl-
tendenz Schwarzach“, M 1:25.000, Ausschnitt
Langstauden/Lacken;

Zubringer (AP 9)

Voraussetzung für die realistische Beantwortung schutzwasserwirt-
schaftlicher Fragestellungen an der Schwarzach ist eine umfangrei-
che Kenntnis der Seitenzubringer, da diese sowohl den Geschiebe-
haushalt bei Extremereignissen (siehe AP 1 u. 2) als auch die laufen-
de Sohlentwicklung der Schwarzach (siehe AP 11) wesentlich beein-
flussen.

Die Bedeutung der einzelnen Seitenzubringer für den laufenden Geschie-
behaushalt der Schwarzach bei kleineren Hochwässern (< HQ₃₀) wurde
über den Vergleich bzw. die Gewichtung der geschlieberelevanten Flächen
und großräumigen Massenbewegungen unter Berücksichtigung der was-
serbautechnischen Situation und der maßgeblichen Transportprozesse
sowie durch Analyse der Mündungssituation und der Kornverteilung abge-
schätzt (Abb. 2.31 u. Tab. 2.7). Die Ergebnisse konnten in ihren Größen-
ordnungen anhand von Ereignischroniken verifiziert werden.

Es zeigt sich, dass der laufende Geschiebetrieb bei kleineren Hochwasse-
rereignissen der Schwarzach zunächst durch Einstöße aus dem Seebach
und aus dem Patscherbach geprägt wird. Für den Bereich Mariahilf ist der
Geschiebeeinstoß aus dem Weißen Gisser und den benachbarten Run-
sen, für St. Jakob der Einstoß aus dem Troyeralmbach von großer Bedeu-
tung (Abb. 2.31). Im Gemeindegebiet von St. Veit besitzt nur der Gritzer-
klammbach und der Gsartzeiralmbach Bedeutung für den laufenden Ge-
schiebetrieb. Im Bereich von Plon wird der laufende Geschiebetrieb vor al-
lem durch den Mellitzbach aber auch durch den Durbach und den Klei-
nitzalmbach bestimmt. Die Schwarzach im Bereich Hopfgarten wird zu-
sätzlich durch den Zwenewaldbach laufend mit Geschiebe beaufschlagt.
Für den laufenden Geschiebetrieb der Schwarzach unterhalb von Hopf-
garten sind v.a. die Einträge aus dem Hopfgartengraben, aber auch aus
dem Kirchlahner und der Hohen Trage sowie aus dem Grünalmbach von

Bedeutung (Tab. 2.7).

Hälfte reduziert. Durch die über weite Abschnitte durchgeführte Regu-
lierung ist eine Erhöhung der Fließgeschwindigkeit und damit eine
spürbare Beschleunigung des Hochwasserabflusses gegeben.

Im Hinblick auf die Geschiebereitention zeigen die Untersuchungen,
dass der Vorlandabfluss zum Teil wesentlichen Einfluss auf den Ge-
schiebehauhalt besitzt, indem die Transportkapazität in der Schwar-
zach reduziert und die vorherrschende Tiefenerosion eingeschränkt
wird. In diesem Zusammenhang kommt aktuell und künftig den Aus-
schotterungsbecken und Schotterentnahmestellen (Ersbach - Abb.
2.35, uh. Ladstatt, Mariahilf, St.Veit/Gemeindeesäge, Mellitzwald - Abb.
2.34) besondere Bedeutung zu: Einerseits als Strukturen zur Dämp-
fung von Geschiebespitzen, andererseits als permanente Geschiebe-
lieferanten zur Vermeidung laufender Tiefenerosion.



Abb. 2.35: Geschiebeablagerungsplatz Ers-
bach. Als Folge der Baggerungen nach dem
Ereignis 1991 ist das Profil in der Lage, gro-
ße Geschiebemengen zu transportieren. Erst
bei großen Ereignissen ist mit Anlandungen
zu rechnen.

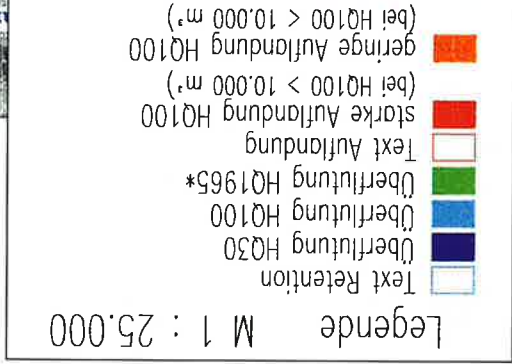


Abb. 2.36: Plan „Retention“, M1:25.000, Ausschnitt Mariahilf/St.Jakob/Langstauden/Lacken;



Abb. 2.33: Hochwasser 1957 im Bereich
Plon. Linkes im Bildvordergrund der
Schwemmkegel des Großleirerbaches, in der
Bildmitte rechts die Außenbrücke mit der Ein-
mündung des Biblerralmaches.



Abb. 2.34: Ausschotterungsbecken Mellitz-
wald. Nach dem Ereignis 1991 wurden
15.000 m³ Geschiebe und 100 fm Holz
entfernt.

Retentionsverhältnisse (AP 10)

Im Rahmen des Arbeitspaketes 10 wurde für das 30- bzw. 100-
jährige Ereignis der Schwarzach die Wirkung der Vorländer auf den
Hochwasserabfluss und die Geschiebereitention abgeschätzt.

Bei der Beurteilung der Hochwasserretention zeigte sich, dass beim
mehreren Stunden dauernden 100-jährlichen Ereignis durch Vor-
landabfluss nur eine geringe Dämpfung der Hochwasserwelle ohne
wesentliche Scheitelabminderung zu erwarten ist (Tab. 2.8). Für ein
30-50-jährliches Ereignis mit kurzem Hochwassersechsteil allerdings
ergibt sich aus dem Zusammenwirken der drei Teilbereiche St. Jakob-
Langstauden-Lacken (Abb. 2.36) eine spürbare Verformung des
Hochwassersechsteils und eine Reduktion der Hochwasserspitze. Die
Differenz der Wellenlaufzeiten zwischen Flussschlauch und Vorland
beträgt in Summe fast 1 Stunde (Tab. 2.8). Allerdings reduziert sich
die Retentionswirkung durch Sohleintiefung und verschiedene Aus-
baumaßnahmen stetig.

Tab. 2.8: Retentionsverhältnisse in den einzelnen Flusssabschnitten

ABSCHNITT	LÄNGE	HQ ₃₀	HQ ₁₀₀	Vorlandabfluss	Differenz***)	Vorlandabfluss	Differenz***)
Ersbach*				geringfügig		geringfügig	
Maria-Hilf**				geringfügig		geringfügig	
St. Jakob	900 m	erst bei >HQ ₃₀	~ 55 m³/s	15 min		geringfügig	
Langstauden	800 m	~ 30 m³/s	25 min	~ 100 m³/s	11 min	geringfügig	
Lacken	250 m	~ 40 m³/s	4 min	~ 70 m³/s		geringfügig	
Osing**						geringfügig	
Gsätzten	200 m	~ 60 m³/s				geringfügig	
uh. Zotten	350 m	~ 45 m³/s	7 min			geringfügig	
Innerstanz	400 m	~ 30 m³/s	7 min			geringfügig	
Mellitzwald*						geringfügig	
Plon	500 m		~ 90 m³/s	6 min		geringfügig	
Hopfgarten**						geringfügig	

Anmerkungen: * verzweigte Gerinne ** von Verkläusung bzw. Seiteneinstoß abhängig
*** Differenz der Abflussdauer der Hochwasserwelle zwischen Vorland und Flussschlauch

Im Vergleich zu bekannten historischen Hochwässern fällt ein deutli-
cher Verlust von Retentionsflächen insbesondere in den Bereichen
Bruggen-Gsätzten, Mellitzwald-Plon (Abb. 2.33) und unterhalb des
Hopfgartennergrens auf. Überschlägig berechnet wurden die Retenti-
onsflächen seit den Katastrophenhochwässern 1965/66 um etwa die

Um bei den vorgeschlagenen Regulierungsbreiten Eintiefungen zu verhindern, sind die Schotterentnahmen einzustellen bzw. muss der Vorlandabfluss erhalten werden.

Die Beurteilung der Geschiebestausperre am Schluchtausgang (Abb. 2.40) ergab, dass diese ihre Aufgabe bisher vollständig erfüllt hat. Bei einem Bemessungseignis (zuletzt 1991) werden bis zu 100.000 m³ Geschiebe zurückgehalten, kleinere Ereignisse können weitgehend unbeeinflusst passieren. Der laufende Geschiebetrieb wird, wie die Erfahrungen der letzten 30 Jahre zeigen, problemlos durch die groß-dolige Geschiebesperre transportiert. Zudem ist die jährliche Geschiebefracht mit vorläufig 5.000 m³/Jahr deutlich geringer als erwartet. Die Isel vermag somit den überwiegend feinen, laufenden Geschiebeeintrag ebenso abzuführen wie ein 100-jährliches Hochwasser samt reduziertem Geschiebe aus der Schwarzach.



Abb. 2.40: Mündungsbereich mit der 1967 errichteten Geschiebestausperre (Bildmitte); aufgrund der großen Dohlen kommt es zu einer weitgehenden Selbsträumung der Sperre.

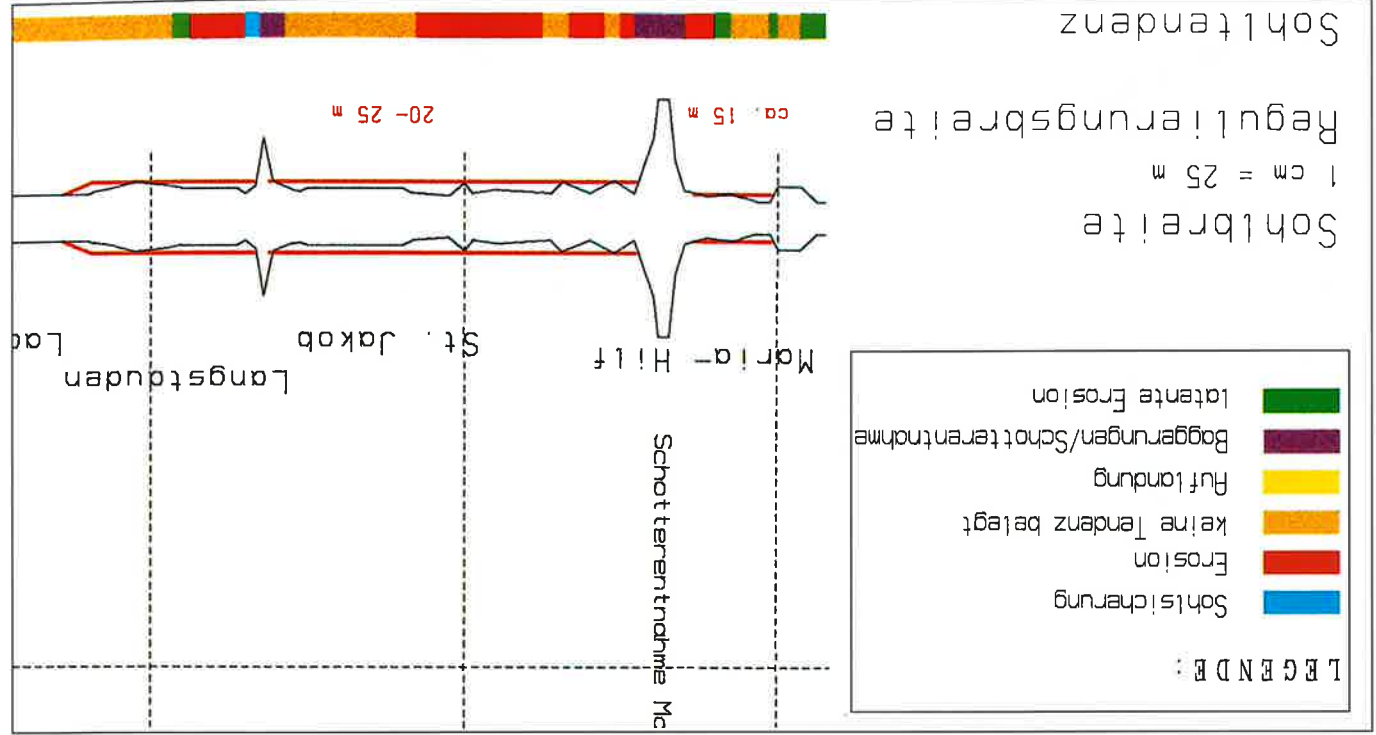


Abb. 2.41: Plan „Regulierungsbreiten“, M1: 50.000/5.000, Ausschnitt Mariahilf/St. Jakob/Langstauden/Lacken;



Abb. 2.37: Sohleintiefung unterhalb Zotten; Durch die Tiefenerosion wurde die Steinschichtung unterwaschen; sie rutscht in den entstandenen Kolk nach.



Abb. 2.38: Der Schmittensteg am unteren Ende des ASB Mellitzwald ist durch Tiefenerosion im Bereich der Brückenwiderlager in seinem Bestand gefährdet.



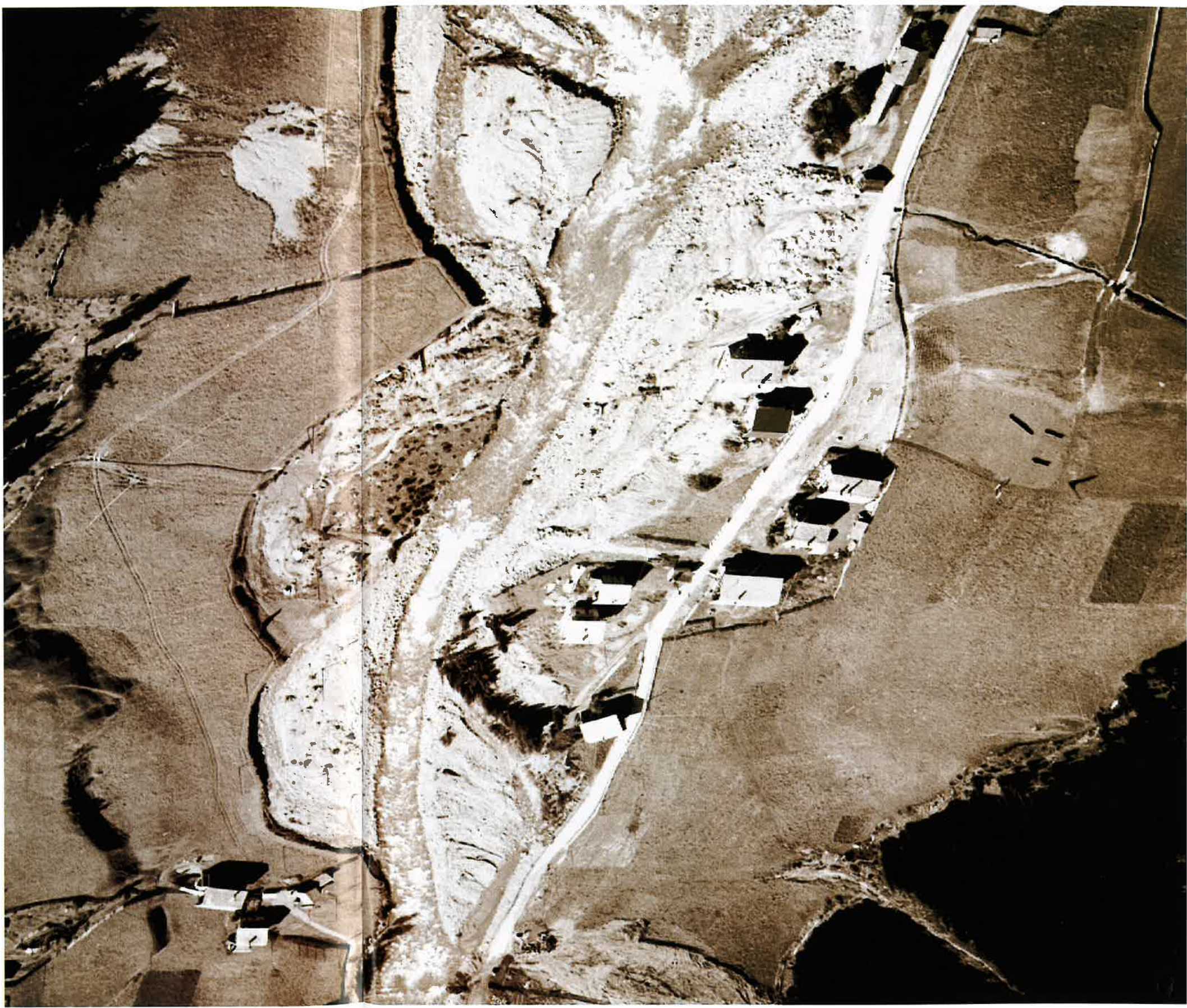
Abb. 2.39: Die Schwarzach wird oberhalb der Bloßbrücke durch die Landesstraße eingeengt. Diese wird schon bei mittleren Ereignissen überschwemmt. Die Ufermauern sind un-terkolkelt.

Regulierungsbreiten (AP 11)

Der Festlegung der Regulierungsbreiten kommt für die langfristige Erhaltung und Betreuung eines Flusslaufes große Bedeutung zu, um einerseits Auflandung, die zu einer Reduktion des Abflussquerschnittes führt, andererseits Tiefenerosion, die bestehende Bauwerke und schutzwasserrechtliche Maßnahmen destabilisiert, zu minimieren. Nach Vorliegen der Arbeitspakete 1-10 des Gewässerbetreuungs-konzeptes waren die erforderlichen Grundlagen für eine Neudefinition der Regulierungsbreiten vorhanden (z.B. maßgebliche Ereignisszenarien, Seitenzubringer, Geschiebehauhalt, aktuelle Sohl-tendenz, Vorlandabfluss, bestehende Bautypen, ökologische Ansprüche etc.).

Allgemein zeigte sich, dass die Regulierungsbreiten über weite Abschnitte etwa 5 - 10 m größer als die bestehenden sein müssten. Zur Verbesserung des Geschiebehauhaltes müsste darüberhinaus der Talboden im Bereich des Ausschotterungsbeckens Erbsach für das Bemessungseignis wieder in der ganzen Breite zur Verfügung gestellt und das Ausschotterungsbecken Mellitzwald verlängert werden. Details sind Tab. 2.9 und Abb. 2.41 zu entnehmen.

ABSCHNITT	BREITE (m)		BEGRÜNDUNG
	ALT	NEU	
ASB Erbsach	12-20	ca. 20	ungenügende Wirkung durch zu konzentrierten Abfluss (Steinschichtungen, Bühnen; Abb. 2.35)
Mariahilf	10-15	ca. 15	Auflandung beim Bemessungseignis; Sohleintiefung im unteren Abschnitt
St. Jakob - Mariahilf	12-22	20-25	Sohleintiefung; fehlende Geschiebeumlagerung unterhalb des Pegels; unterkolkte
Langstauden	15-22	20-25	Leitwerke; fehlende flussmorphologische Dynamik
Feld - Tönig	15-20	25-30	Sohleintiefung; Unterkolkung des Blockwurfs
Zotten/Gsartzen	15-25	ca. 25	Sohleintiefung oberhalb der Schotterentnahme; speziell im Bereich der Brücke Zotten;
Innerstanz	15-20	20-25	Sohleintiefung unterhalb der Schotterentnahme; Unterkolkung der Steinschichtung (Abb. 2.37)
Schmittensteg	15	> 30	starke Sohleintiefung im Bereich Schmittensteg (Abb. 2.38)
Plan	10-22	25-30	Gefährdung der Bühnen zum Schutz der Kieflingbrücke durch rückschreitende Erosion
oh. Bloßbrücke	15-22	25-30	Schutz der Landesstraße (Abb. 2.39)
Hopfgarten	10-20	25	Eintiefung zwischen Sägebrücke und Pegelabsatz



Der Bereich Bruggen – Feld nach dem Ereignis vom September 1965. Heute ist die Schwarzbach durch ein Regenwassergewinne gezähmt. Allerdings sind die Leitwerke durch Unterkolung bedroht.

Problemanalyse

Schutzwasserwirtschaftliche Probleme
Ökologische Probleme

Schutzwasserwirtschaftliche Probleme

Gefahr für Siedlungen und Straßen

Obwohl das Bachbett der Schwarzach über weite Strecken in der Länge ist, 100-jährliche Hochwässer schadlos abzuführen, sind Teile der Ortschaften Mariahilf und St. Jakob bei großen Ereignissen von Überschwemmung bedroht (Abb. 3.1). Die Defregger Landesstraße wird unterhalb von Zotten, vor der Innerstanzbücke sowie zwischen Blossbrücke und Plon überflutet (Abb. 2.39). Schon bei 30-jährlichen Ereignissen kommt es im Bereich Langstauden-Lacken zu Bachausstitten. Siedlungen oder Straßen sind davon aber nicht betroffen.

Laufende Sohleintiefung

Die Sohle der Schwarzach tieft sich v.a. zwischen Mariahilf und St. Jakob, unterhalb der Trojeralmbachmündung, zwischen Feld und Törl, unterhalb der Gsartizeralmbachmündung, unterhalb des Aus-schotterungsbeckens Mellitzwald sowie im Bereich Hopfgarten laufend ein. Damit wächst die Gefahr, dass Ufersicherungen unterspült und wirkungslos werden (Abb. 3.2). Ein erhöhter Instandhaltungsaufwand ist die Folge.

Verlust von Retentionsflächen

Regulierungsmaßnahmen seit den Ereignissen 1965/66 haben die Vorlandfläche, die im Hochwasserfall überflutet wird, annähernd halbiert. Die dadurch entstandene Abflusskonzentration verhindert über weite Strecken Geschiebeablagerung und fördert Sohleintiefung (Abb. 3.3). Eine weitere Reduktion der Hochwasserrückhalteflächen ist angesichts der Berechnungsergebnisse sowie im Hinblick auf die Planungs-, Projektierungs- und Förderungsgrundsätze der Bundeswasserbauverwaltung nicht mehr zulässig.



Abb. 3.1: Mariahilf beim Ereignis 1965. Die Schwarzach brach bei auftrag aus. Auch heute noch besteht bei 100-jährlichen Ereignissen akute Überschwemmungsgefahr.



Abb. 3.2: Alte Verbaumung auf Holzpost. Durch Tiefenerosion wurde die Fundierung freigelegt.



Abb. 3.3: Blick von der Schnallbrücke bachaufwärts. Beim Ereignis 1965 zerstörten hier Uferarmisse mehrere Häuser. Derzeit kommt es, als Folge des konzentrierten Abflusses, zu Sohlerosion.

Gefahr durch Zubringer

An zwei Zubringermündungen sind schutzwasserwirtschaftliche Probleme absehbar: Der Gsartizeralmbach ist in der Lage, die Schwarzach abzudrängen und so den Weiler Zotten zu gefährden (Abb. 3.4); der Zwenewaldbach kann im Extremfall, da er gegen die Fließrichtung der Schwarzach mündet, den Fluss verwerfen. Eine Überschwemmung des Talbodens wäre die Folge (Abb. 2.5).



Abb. 3.4: Der Schwemmkegel des Gsartizeralmbaches. Unmittelbar gegenüber der Mündung liegt der Weiler Zotten.



Abb. 3.5: Verklänsungen von Brücken waren bei den Hochwasserereignissen 1965/66 häufig die Ursache für Bachverwerfungen und folgenschwere Schäden im Umland.



Abb. 3.6: Die Festlegung der idealen Regulierungsbreite erweist sich bei der Schwarzach als schwierig. - Zu unterschiedlich sind die Ereignisszenarien, die den Berechnungen zugrunde liegen: die aktuelle Sohldynamik auf der einen Seite, das Extremereignis eines 100-jährlichen Hochwassers auf der anderen Seite.

Welche Regulierungsbreite?

Die Schwarzach als Gebirgsfluss mit zahlreichen geschliebeführenden Seitenzubringern zeigt je nach Wasserführung sehr unterschiedliche sohldynamische Entwicklungen. Während extreme Hochwässer, begünstigt durch den Geschiebeeintrag der Seitenbäche, Auflandungen hervorrufen können, ist die laufende Sohleentwicklung vor allem durch Eintiefung gekennzeichnet. Aus dieser Diskrepanz heraus entsteht das Problem, die Flussbreite so zu dimensionieren, dass die Sohle in jedem Fall stabil bleibt. - Wird das Extremereignis zu stark berücksichtigt, werden Schutzbauten unter Umständen noch vor Auftreten großer Hochwässer unterkollt und zerstört, bei einer zu starken Gewichtung der laufenden Sohle tendenz wiederum können Maßnahmen im Fall eines Extremhochwassers unwirksam sein.

Ökologische Probleme

Störfaktor Straße

Die Defregger Landesstraße verläuft auf über 2 km Länge ohne schützenden Ufergehölzsaum neben der Schwarzach. Betroffen sind Abschnitte zwischen Innerhopfgarten und Pion (Abb. 3.7), in Görschach, Zotten, Oding, oberhalb von St. Jakob sowie unterhalb von Ladstatt. In diesen Teilstrecken ist das Gewässer großen optischen und akustischen Störeinflüssen ausgesetzt und als Lebensraum für anspruchsvolle störempfindliche Arten, etwa die Wasserramsel, nur bedingt geeignet. Die Abschnitte bilden aber auch Barrieren für viele Tierarten auf ihren Wanderungen entlang des Flusses. Zudem besteht die Gefahr eines erhöhten Schadstoffeintrages aus Straßenabwässern in den Fluss.

Monotonie der Enge

Während die historische Schwarzach über weite Strecken ein verzweigter Fluss war, überwiegen seit der Besiedelung des Talbodens durch den Menschen, insbesondere seit den Regulierungen nach 1965/66 anthropogen gestreckte Abschnitte mit monotonen Struktur- und Abflussverhältnissen (Abb. 3.8). Vor allem fehlt ein Großteil der ursprünglich vorhandenen Schotterbänke, Flussnebenarme und unverbauten Ufer. Zahlreiche negative Auswirkungen auf die Tier- und Pflanzenwelt des Flusses sind die Folge:

- Qualitative und quantitative Veränderungen des Makrozoobenthos (= gewässerspezifische Bodentauna); dadurch verringertes Nahrungsangebot für die Fischfauna
- Rückgang der Bruthabitate und Jungfischlebensräume für Bachforelle und Äsche
- Rückgang flussnaher Pioniergesellschaften auf Schotterbänken (Knorpelsalat-Alluviongesellschaft, Weiden-Tamariskengebüsch)
- Lebensraumverlust für den Flussuferläufer, einen Leitvogelart breiter Wildflusslandschaften mit Geschlebeebänken



Abb. 3.7: Fehlende Pufferung der Landesstraße (Abschnitt Innerhopfgarten-Pion); in diesem Bereich ist der Flusslebensraum großen optischen und akustischen Störeinflüssen ausgesetzt.



Abb. 3.8: Beidseitig verbaute enge Steilstrecke mit monotonen Struktur- und Abflussverhältnissen (Abschnitt Feld – Töng, Gemeinde St. Veit).

Auenverlust

Mit der Regulierung in den 60er Jahren verschwanden zahlreiche Hutweiden und Auwälder zugunsten von Intensivwiesen. Ein sinkender Grundwasserspiegel als Folge der Sohleinflutung degradierte Auwälder zu "Fichtenauenwäldern" (Abb. 3.9), viele naturnahe Nebengewässer (Altarme, Autümpel etc.) gingen verloren. Die ökologischen Folgen sind vielfältig:

- Geringes Angebot an Sommerlebensräumen für Amphibien
- zunehmende Verinselung der verbliebenen Auwaldflächen
- Lebensraumverluste für auwaldtypische Vogelarten
- fehlende naturnahe Nebengewässer (Lauenbäche, Autümpel) als "Kinderstuben" für die heimische Fisch- und Amphibienfauna.

Konfliktfaktor Landwirtschaft

Insgesamt ist mehr als die Hälfte der Gewässerstrecke, die an landwirtschaftliche Flächen angrenzt, unzureichend gegen optische und akustische Störeinflüsse bzw. Nährstoffeintrag gepuffert (Abb. 3.10). Dies lässt negative Auswirkungen auf die Biozönose des Flusses erwarten (u.a. werden störempfindliche Arten verdrängt), aber auch die Ufergehölzsaume selbst fehlen als wichtige Lebens-, Rückzugs- und Durchzugsräume (Migrationsachsen) für viele Tierarten.

Wanderhindernisse

Fische legen bei der Nahrungssuche, bei Laichwanderungen, hochwasserbedingten Wanderungen oder Wanderungen in Wintereständen die weite Strecken zurück. Jede Unterbrechung der Bewegungsfreiheit im Gewässersystem hat für die genetische Vielfalt und den natürlichen Populationsaufbau eines Bestandes negative Auswirkungen. In der Schwarzach selbst stellen die Geschlebestausperre und der Pegel große Hopfgarten Hindernisse dar (Abb. 3.11), außerdem ist der Fischauflstieg in einmündende Laichgewässer nicht immer möglich.



Abb. 3.9: Auf früheren Auanstandorten stocken heute vermehrt „trockene“ Fichtenauenwälder. –Verbauungsmaßnahmen begünstigen die Austrocknung der einstigen Auwälder, indem sie den Grundwasserspiegel absenken und Überschwemmungen verhindern.



Abb. 3.10: Fehlende Pufferung der Schwarzach zum angrenzenden Grünland (nach Dolach).



Abb. 3.11: Die Schwarzach beim Pegel Hopfgarten. Im Rahmen der Befischung wurde an dieser Stelle eine große Ansammlung von Fischen festgestellt; – ein deutlicher Hinweis darauf, dass das Querbauwerk mit einer Fallhöhe von knapp einem Meter für Fische kaum passierbar ist.

„Leit-Bild“: Ausschnitt aus dem Mollitzwald, errichtet nach 1966 zur Geschlechtsentlastung in den Unterliegendabschnitten;



Leitbild

Wozu ein Leitbild?

Leitbild-Komponenten

Wozu ein Leitbild?

Das Leitbild beschreibt die Schwarzach, wie sie aus heutiger schütz-wasserwirtschaftlicher und ökologischer Sicht idealerweise aussehen sollte. Dieser „Soll-Zustand“ ist das Ergebnis der interdisziplinären Diskussion aller beteiligten Fachrichtungen und Behörden. Er gibt künftigen Bau- und Instandhaltungsmaßnahmen an der Schwarzach die konzeptionelle Richtung vor.

In diesem Zusammenhang versteht sich das Leitbild als praxisnahe gemeinsame Kompromiss- und Konsensebene der Interessensberei-che Wasserwirtschaft und Ökologie, auch wenn damit aus ökologi-scher Sicht z.T. deutliche Abstriche an visionären Zielen verbunden sind. Das gewässerspezifische Leitbild will in erster Linie einen gang-baren Weg zur Lösung wasserwirtschaftlicher und ökologischer Prob-leme im Projektschnitt aufzeigen, denn nur so kann es dem um-setzungsorientierten Ansatz von Gewässerbetreuungskonzepten ge-recht werden.

Leitbild-Komponenten

Das Schwarzach-Leitbild besteht aus folgenden Komponenten:

- Leitbild-Strecken
- Leitbild-Parameter
- Leitbild-Matrix
- Leitbild-Typen (Leitbild-Skizzen)
- Handlungsbedarf in den Leitbild-Strecken

Die Leitbild-Komponenten liefern für jede beliebige Flussstrecke eine Vielzahl von allgemeinen und detaillierten Leitbild-Informationen, so-wohl zum Soll-Zustand als auch zum schutzwasserwirtschaftlichen und ökologischen Handlungsbedarf. Das Leitbild wird damit zu einer wichtigen Planungs- und Entscheidungsgrundlage.

Leitbild-Strecken

Im Zuge der Leitbild-Diskussion wird das Projektgebiet in 34 homo-gene Leitbild-Strecken unterteilt (Tab. 4.1). Grenzziehungen werden bewusst dort getroffen, wo

- einheitliche abiotische Verhältnisse (Gefälle, Sohlbreite im Ist-Zustand) gegeben waren
- Bereiche vorlagen, für die im Zuge der Ist-Zustandsanalyse be-sondere schutzwasserwirtschaftliche oder ökologische Probleme-reiche erkannt wurden
- eine Abgrenzung der Teilstrecken im Gelände leicht nachvollzieh-bar war.

Die einzelnen Leitbild-Strecken sind in einem Übersichtsplatan im Maß-stab 1:25.000 räumlich verortet (Abb. 4.1). Gleichzeitig wird auch der jeweilige Leitbild-Typ angegeben (vgl. Kap. 4.2.4).



Tab. 4.1: Leitbild-Strecken an der Schwarzach; Gesamtübersicht

Nr	VON – BIS (FLKM)	BEZEICHNUNG
1	0,00- 0,25	Unterlauf/ Mündung
2	0,25- 0,65	Stauraum
3	0,65- 2,80	Defregger Kamm
4	2,80 - 3,20	Oberhalb Döllach
5	3,20- 5,10	Unterhalb Hopfgarten
6	5,10- 5,60	Hopfgarten
7	5,60- 5,80	Mündung Zwenewaldbach
8	5,80- 6,40	Oberhalb Hopfgarten
9	6,40- 8,30	Pion
10	8,30- 9,80	ASB Mellitzwald
11	9,80- 11,00	Mellitzschlucht
12	11,00- 13,10	Unterhalb Zotten/Innerstanz
13	13,10- 13,30	Zotten/Mündung Gsartzeralmbach
14	13,30- 14,10	Oberhalb Zotten
15	14,10- 14,60	Schwenmkegel Löchertrage
16	14,60- 15,00	Aufweitung Oasing
17	15,00- 16,60	Feld- Tönig
18	16,60- 17,70	Bruggen
19	17,70- 19,05	Schwenmkegel Feistritzbach
20	19,05- 19,50	Lacken
21	19,50- 20,60	Langstauden
22	20,60- 20,85	Mündung Trojeralmbach
23	20,85- 21,65	St. Jakob
24	21,65- 22,55	Grünmoos
25	22,55- 23,10	Unterhalb Maria-Hilf
26	23,10- 23,40	Schotterentnahmestelle Maria-Hilf
27	23,40- 23,95	Maria-Hilf
28	23,95- 24,20	Aufweitung oberhalb Maria-Hilf
29	24,20- 24,55	Schlucht oberhalb Maria-Hilf
30	24,55- 25,40	Aufweitung Ladstatt
31	25,40- 25,80	Schlucht
32	25,80- 27,25	Ersbach
33	27,25- 29,30	"Verwilderungsstrecke"
34	29,30-	Patscher/Oberhaus/Seebachalm

Leitbild-Parameter

Zur Beschreibung des Soll-Zustandes in den Leitbild-Strecken bedient sich das Leitbild abiotischer, biotischer und anthropogener Parameter, die drei übergeordneten Kriteriengruppen zugeordnet werden:

- **Charakteristika:** Abiotische und anthropogene Einflussgrößen bzw. Ansprüche (vgl. Tab. 4.2)
- **Leitstrukturen:** Ausgewählte Komponenten der strukturellen Ausstattung des Gewässers bzw. des Gewässerrandes, die langfristig dessen Erscheinungsbild und Funktionsfähigkeit bestimmen (weiterhin bestimmen) sollen (vgl. Abb. 4.2 – 4.4)
- **Leitarten und –gesellschaften:** Als Bio-Indikatoren ausgewählte Tier- und Pflanzenarten, die an gewisse Strukturen und Charakteristika gebunden sind (vgl. Abb. 4.5 – 4.7).



Abb. 4.2: Leitstruktur: Flach- und Ruhigwasserzone



Abb. 4.3: Leitstruktur: flache Uferböschungen mit breiten geschlossenen Gehölzräumen



Abb. 4.4: Leitstruktur: Schotteranlandung über Mittelwasser

In der „Leitbild-Matrix“ (Tab. 4.2) werden die Soll-Zustände der einzelnen Leitbild-Strecken anhand der Leitbild-Parameter definiert. Dazu werden die jeweils anzustrebenden Charakteristika, Leitstrukturen und Leitarten in einer standardisierten Tabelle aufgelistet (Tab. 4.2). Die Festlegung erfolgt in wiederholter wechselseitiger Abstimmung der schutzwasserwirtschaftlichen und ökologischen Zielsetzungen im Zuge der Leitbildarbeit.

Tab. 4.2: „Leitbild-Matrix“ (Soll-Zustand) für die Leitbild-Strecke 21 - Langstauden (Gemeinde St. Jakob i.D.)

CHARAKTERISTIKA	LEITSTRUKTUREN	LEITARTEN
potentieller Schutzbedarf	aquatischer Lebensraum	aquatischer Lebensraum
	Hoch (Siedlungen)	
	Mittel (Infrastruktur)	
Niedrig (Land- u. Forstwirtschaft)	Überflutungs- u. Tiefenlelemente	Bachforelle (juvenil)
		Bachforelle (Laich)
		Koppe
Vorlandüberflutung	Kaskade („Stromschnelle“)	
		Strömungskolk/Tiefenrinne
		Bachforelle (adult)
Vorlandabfluss bei <H _{Q100}	Furt	
		„Rheobionte Benthosarten“
		Allogamus auricollis (Benthos)
bei <H _{Q100}	Nebenarm	
		„Benthosarten langsam fließ. Bereiche“
		„sammo/pelophile Arten“
Umlagerung, geringe Sohlschwankungen	Ruhig-/Flachwasserzone	
		„sammo/pelophile Arten“
		„Ruhigwasserarten“ (Benthos)
Geschlebsretention, starke Sohlschwankungen	Stauwasserstümpel / Flusslache	
		„Ruhigwasserarten“ (Benthos)
		„Totholzbewohner“ (Benthos)
überwiegend Transport	Stillgewässer im Umland	
		semiterrestrischer Lebensraum
		Annellenfiluren
Umlagerung, geringe Sohlschwankungen	Rauhigkeitselemente	
		Flussröhricht
		Deutsche Tamariske
Seitenerosion unzulässig	Seitenerosion	
		Seitenerosion unzulässig
		Seitenerosion unzulässig
beschränkte Seitenerosion	Migrationselemente	
		Flussuferläufer
		Wasserramsel
geomorphologisch bedingt	semiterrestrischer Lebensraum	
		geschlossener breiter Ufergehölzsaum
		Gräben-/Weidenau
aufgeweitet, mit Geschlebsretention bei MW	Schooteranlandung über MW	
		Gräben-/Weidenau
		Gräben-/Weidenau
Steilstrecke (> 3,5 %)	Sandenlandung über MW	
		Gräben-/Weidenau
		Gräben-/Weidenau
mäßig steile Strecke (1 – 3,5 %)	Wildholz / Schwemmholtz	
		Gräben-/Weidenau
		Gräben-/Weidenau
Flachstrecke (< 1 %)	Uferanrls (mit Wurzelwerk)	
		Gräben-/Weidenau
		Gräben-/Weidenau
diverses	natürliches Felsufer	
		Gräben-/Weidenau
		Gräben-/Weidenau
Erholungsfunktionelle Nutzung	unverbautes Ufer	
		Gräben-/Weidenau
		Gräben-/Weidenau
Gartenrasmautücke	Altholz / Totholz	
		Gräben-/Weidenau
		Gräben-/Weidenau
Extensivlandwirtschaft	Moore und Seggenriede	
		Gräben-/Weidenau
		Gräben-/Weidenau
Braunkohlen		
		Gräben-/Weidenau
		Gräben-/Weidenau

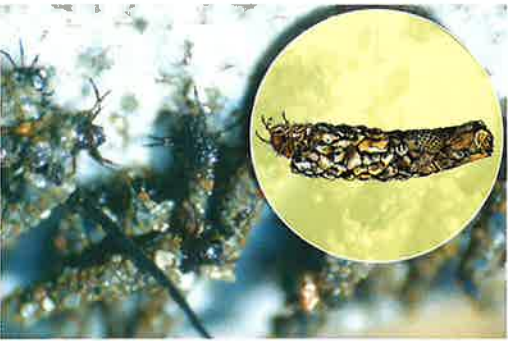


Abb. 4.5: Leitart: Allogamus auricollis, diese Köcherfliegenart besteht stromungsberührt Uferbereiche mit Kies-schottrigen Substraten;



Abb. 4.6: Leitart: Deutsche Tamariske (Myricaria germanica), die in Mitteleuropa vom Aussterben bedrohte Pflanze wächst auf nisterstandorten im Fluss.



Abb. 4.7: Leitart: Flussuferläufer, seine Lebensraum sind offene, vegetationsarme Schotter- und Sandbänke

Leitbild-Typen

Aus der Leitbild-Matrix werden im nächsten Schritt „plakative“ Leitbild-Typen mit charakteristischem Soll-Zustand herausgearbeitet. Dabei zeigt sich, dass der Soll-Zustand der Leitbild-Strecken wesentlich von den Kriterien „Gefälle“ und „Flussmorphologie“ abhängt. Aus der Gegenüberstellung dieser Parameter ergeben sich 10 unterscheidbare Leitbild-Typen (Tab. 4.3) mit einer jeweils charakteristischen Ausstattung an Charakteristika, Leitstrukturen und Leitarten (vgl. Abb. 4.8).

Tab. 4.3: Leitbild-Typen, definiert aus der Gegenüberstellung der Leitbild-Parameter „Gefälle“ und „Sohlbreite“

GEFÄLLE			FLUSSMORPHOLOGIE		
flach (< 1 %)	mittel steil (1 – 3,5 %)	steil (> 3,5 %)	eng, ohne Geschiebdebänke	aufgeweitet, mit seitlichen Geschiebdebänken	verzweigt, mit Geschiebeinseln
FLACHE ENGSTRECKE (7)	MITTELSTEILE ENGSTRECKE (4)	STEILE ENGSTRECKE (1)	eng, ohne Geschiebdebänke	aufgeweitet, mit seitlichen Geschiebdebänken	verzweigt, mit Geschiebeinseln
FLACHE AUFWEITUNGSSSTRECKE (8)	MITTELSTEILE AUFWEITUNGSSSTRECKE (5)	STEILE AUFWEITUNGSSSTRECKE (2)	eng, ohne Geschiebdebänke	aufgeweitet, mit seitlichen Geschiebdebänken	verzweigt, mit Geschiebeinseln
FLACHE VERZWEIGUNGSSSTRECKE (9)	MITTELSTEILE VERZWEIGUNGSSSTRECKE (6)	STEILE VERZWEIGUNGSSSTRECKE (3)	eng, ohne Geschiebdebänke	aufgeweitet, mit seitlichen Geschiebdebänken	verzweigt, mit Geschiebeinseln
FLACHE VERZWEIGUNGSSSTRECKE (9)	MITTELSTEILE VERZWEIGUNGSSSTRECKE (6)	STEILE VERZWEIGUNGSSSTRECKE (3)	eng, ohne Geschiebdebänke	aufgeweitet, mit seitlichen Geschiebdebänken	verzweigt, mit Geschiebeinseln
FLACHE VERZWEIGUNGSSSTRECKE (9)	MITTELSTEILE VERZWEIGUNGSSSTRECKE (6)	STEILE VERZWEIGUNGSSSTRECKE (3)	eng, ohne Geschiebdebänke	aufgeweitet, mit seitlichen Geschiebdebänken	verzweigt, mit Geschiebeinseln

Abb. 4.8: Leitbild-Typ Nr. 8 - „Flache Aufweitungsstrecke“ (schematische Skizze)

Skizze-Nr.: 8

Leitbild-Typ
FLACHE AUFWEITUNGSSSTRECKE

GBK Schwarzbach
- LEITBILD

Grundriss: schematische Skizze

0 5 10 15 20m

Leitarten/-gesellschaften:

- Bachforst (Lalch)
- Allogamus auricollis (Makrozoobenthos)
- "Ruhigwasserarten" (Makrozoobenthos)
- "Totholzbewohner" (Makrozoobenthos)
- Flußfäule
- Gartengrasmulcke
- Schwanzmaie
- Deutsche Tarnmaie
- Weidenpioniergebüsch
- Annelidenfäden

Zugeordnete Strecken (Nr.): 7, 12, 13, 14, 15, 20

Charakteristika:

- Sohle bei Mittelwasser nicht vollständig überflutet (seitliche Geschiebdebänke)
- mittlerer bis hoher Schutzbedarf
- geringe Sohlabschwankungen
- Vorhandenheit erhalten/verstärken
- Seitenerosion unzulässig bzw. beschränkt zulässig

Leitstrukturen:

- Schotterbänke über Mittelwasser
- Furten
- Störungsstrukturen (Tiefenrinnen)
- Ruhig-/Flachwasserzonen
- Stauwassertrichter / Flußbänke
- Sohlabsatz mit überwiegend mittlerer bis geringer Rauigkeit (Kies, Schotter)
- Wildholz / Schwemmholtz
- geschlossene, breite Ufergehölzzone

4 Leitbild 49

HANDLUNGSBEDARF		GES. (*)
SCHUTZWASSERWIRTSCHAFT		H
• Verstärkung des Vorlandabflusses zur Verminderung der Tiefenerosion (Aufweitung, Sohlhebung, lokale Entfernung der Beröllung); • Aufweitung (auf 20 - 25 m); Seitenerosion ist beschränkt zulässig		
ÖKOLOGIE / LANDSCHAFTSPLANUNG		
• (Punktuell) Vorbereitung des Abflußprofils zur Initiierung von Pionierstandorten • Beibehaltung der extensiven Nutzungsformen im HQ₁₀₀-Abflußraum • Erhaltung der Moore und Riedflächen im HQ₁₀₀-Abflußraum • Schutz der Auwälder und wertvollen Pioniergebüsche im HQ₁₀₀-Abflußraum (z.B. linksufrig Abzäunen der Tamariskenbestände im öffentlichen Wassergut; Umsetzung des bestehenden Pflegekonzeptes der Nationalparkverwaltung) • Bestandesumwandlung der Fichtenauwälder in laubholzdominierte Wälder (verringerte Verkläusungsgefahr) • Verbesserte Pufferung des ökologisch äußerst wertvollen Mündungsbereiches des Brugger Almabaches • Punktuelle Anlage von Stillgewässern im Umland (auch linksufrig) • Verbesserung der Mündungssituation des Tegischer Baches (z.B. schließende Einbindung) • Schaffung eines Wasserelementbereiches unterhalb der Mündung des Trogeralmabaches		SH

*) Zusammenfassende Beurteilung: vgl. Tab. 4.4

Tab. 4.3: Handlungsbedarf in der Leitbildstrecke 21 (Langstrecken), resultierend aus der Gegenüberstellung von Ist- und Soll-Zustand

BEWERTUNG	SCHUTZWASSERWIRTSCHAFT	ÖKOLOGIE
K	ausreichender Hochwasserschutz, kaum Entwicklungsbedeutung, keine Maßnahmen für Unterliegendes erforderlich, sehr guter Zustand der Verbauung	keine ökologischen Beeinträchtigungen erkennbar, keine Diskrepanz zwischen Ist- und Soll-Zustand
N	+/- ausreichender Hochwasserschutz, geringe Entwicklungsbedeutung, keine Maßnahmen für Unterliegendes erforderlich, guter Zustand der Verbauung	punktueller ökologischer Beeinträchtigung; punktueller Diskrepanz zwischen Ist- und Soll-Zustand; Maßnahmen langfristig sinnvoll
M	beschränkter Hochwasserschutz, mittlere Entwicklungsbedeutung, Maßnahmen für Unterliegendes von Bedeutung, Verbauung unzureichend bzw. beschädigt	lokale ökologische Beeinträchtigungen; kleinräumige Diskrepanzen zwischen Ist- und Soll-Zustand; Verbesserungsmaßnahmen mittelfristig notwendig
H	hoher Handlungsbedarf	beschränkter Hochwasserschutz, hohe Entwicklungsbedeutung, Maßnahmen für Unterliegendes von hoher Bedeutung, Verbauung unzureichend bzw. stark beschädigt
SH	Sehr hoher Handlungsbedarf	unzureichender Hochwasserschutz im Ortsgebiet, Steuerung aktueller dynamischer Entwicklungen, Maßnahmen für Unterliegendes von sehr hoher Bedeutung, Verbauung weitgehend zerstört

Tab. 4.4: Stufen zur Beurteilung des schutzwasserwirtschaftlichen und ökologischen Handlungsbedarfes

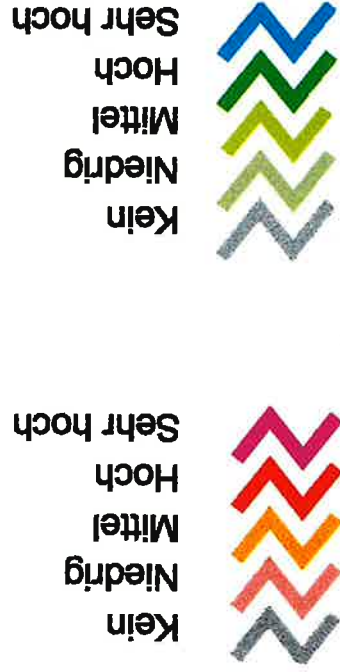
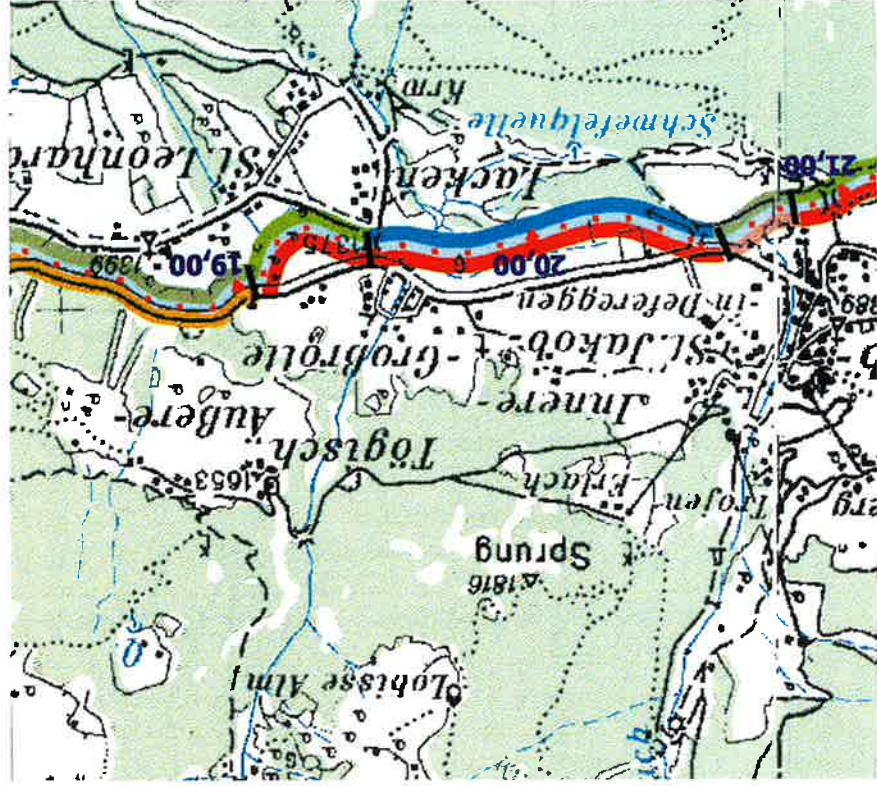
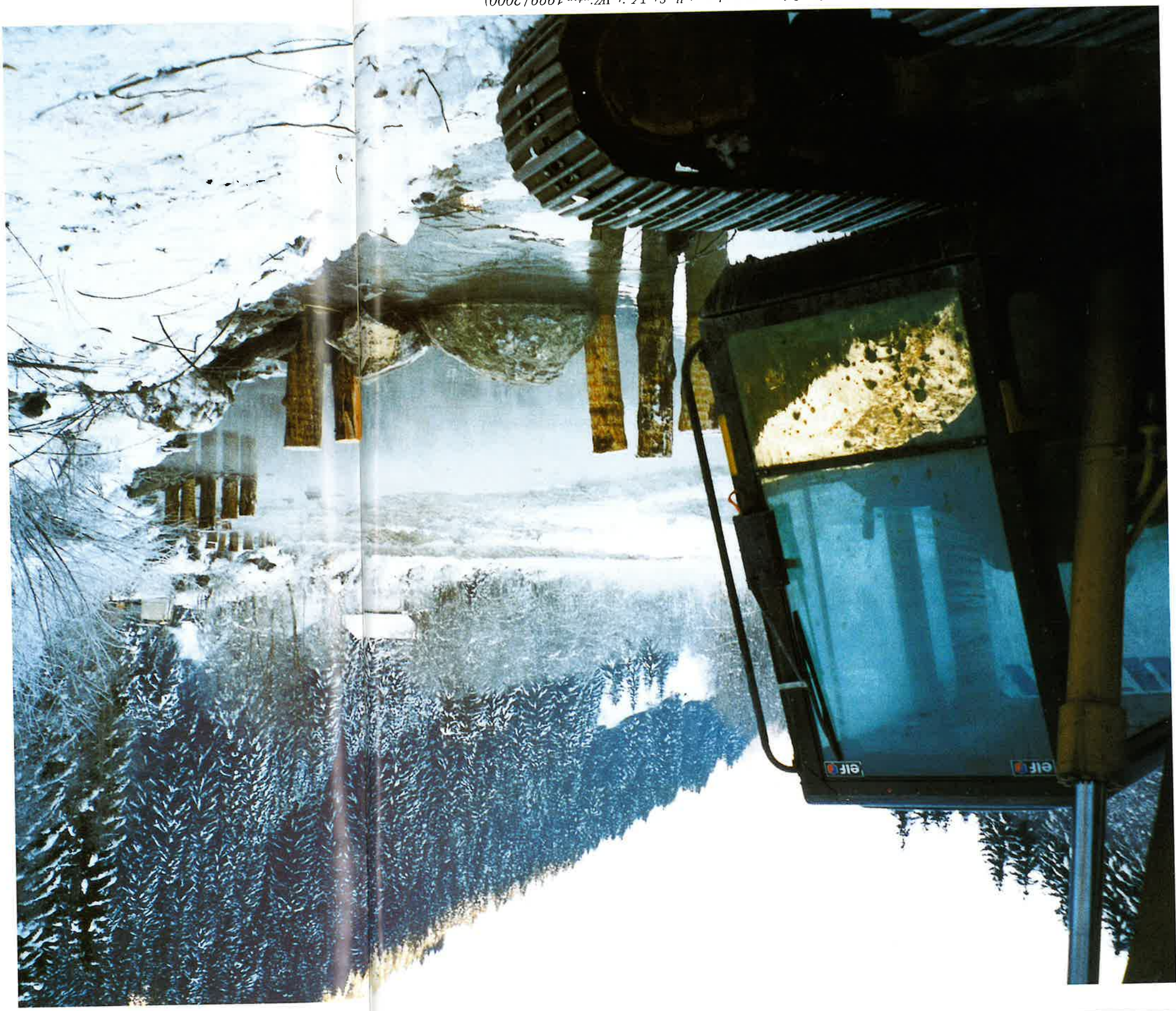


Abb. 4.9: „Handlungsbedarf in den Leitbildstrecken“, Plananschnitt Langstrecken (Leitbild-Strecke Nr. 21); M 1:25.000



Aus den Differenzen zwischen Ist- und Soll-Zustand ergeben sich Hinweise auf einen möglichen Handlungsbedarf in den Leitbildstrecken. Handlungsbedarf wird auch dann unterstellt, wenn wichtige Kriterien des Soll-Zustandes bereits im Ist-Zustand erfüllt sind. In diesem Fall wird die Erhaltung bzw. der Schutz der entsprechenden Situation als vordringlicher Handlungsbedarf vermerkt. Der Handlungsbedarf wird verbal beschrieben (Tab. 4.3) und anhand von 5 Stufen zusammenfassend für jede Leitbildstrecke beurteilt (vgl. Abb. 4.9; Tab. 4.4).

Die skizzenhafte Andeutung sinnvoller Handlungsschwerpunkte stellt eine wichtige Basis für das Maßnahmenprogramm dar, erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit; ebenso ist die Gesamtbeurteilung des Handlungsbedarfes v.a. als vorläufige Orientierungshilfe zu verstehen.



Ufergestaltung im Bereich der Freizeitanlage (ebemalige Schotterentnahmestelle St. Veit, Winter 1999/2000)

Maßnahmenkatalog

Vorgangsweise bei der Erstellung

Maßnahmenübersicht

Maßnahmenbeispiel

Prioritätenreihung

Allgemeine Maßnahmenhinweise

Vorgangsweise bei der Erstellung

Der vorliegende Maßnahmenkatalog für die Schwarzbach basiert auf den vorhandenen Ist-Zustandserhebungen (Arbeitspakete 1-12) und dem gewässerspezifischen Leitbild (Kap. 4), wobei insbesondere

- die im Leitbild formulierten Soll-Zustände in den Teilstrecken
- die Leitbild-Typen sowie
- der Handlungsbedarf in den Teilstrecken

eine wesentliche Grundlage bilden. Parallel dazu werden Aspekte verstärkt berücksichtigt, die

- sich aus bestehenden einschlägigen Richtlinien (RiWA-T) ergeben (z.B. die Erhaltung der Retentionsflächen) oder
- die Realisierbarkeit der Maßnahmen betreffen (v.a. die Verfügbarkeit von Flächen im Öffentlichen Wassergut und die Akzeptanz der Bevölkerung).

Zunächst erfolgte die Erstellung des Rohentwurfes zum Maßnahmenkatalog, insbesondere die Auswahl der Maßnahmenstrecken, durch das interdisziplinäre Auftragnehmersteam im Zuge eines internen Workshops in Lienz.

Die Ergebnisse wurden in Form von Skizzen und Plänen aufbereitet und beim Baubezirksamt Lienz im Rahmen einer halbtägigen Besprechung vorgestellt und diskutiert. Darauf aufbauend folgten weitere Projektvorstellungen und Besprechungen mit Vertretern des BMLF - Sektion IV, des Amtes der Tiroler Landesregierung Abt. Vlh-Wasserwirtschaft und der Wildbach- und Lawinenverbauung Tirol sowie abschließend mit den Bürgermeistern der betroffenen Gemeinden. Diskutiert wurden die Auswahl, Vollständigkeit sowie wasserwirtschaftliche und ökologische Sinnhaftigkeit der Maßnahmen, deren exakte Verortung und Benennung.

Maßnahmenübersicht

Insgesamt sind 21 Maßnahmenstrecken mit einer Gesamtlänge von rund 13 km vorgesehen (Tab. 5.1). Bezogen auf das gesamte Untersuchungsgebiet mit einer Länge von 39,7 km ist demnach rund ein Drittel der Gesamtstrecke von Maßnahmen betroffen (Abb. 5.1).

Sämtliche der geplanten Maßnahmen sind schutzwasserwirtschaftlich motiviert. Die mit Abstand häufigste Maßnahme in diesem Zusammenhang betrifft Aufweitungen zur Sohlanhebung (Abb. 5.2). In 4 Strecken ist die Optimierung von Geschlebe- und -umlage-

19 der 21 Maßnahmenstrecken sehen ergänzende ökologische oder

- In 11 Strecken ist die verbesserte Pufferung des Gewässers zur Straße durch Anlage eines Ufergehölzsaumes eine vordringliche Aufgabe

- 7 Teilmaßnahmen (Fischaufliegshilfe, verbesserte Anbindung von Bichleralmbach, unterer Zathamerbach, Großlecherbach, Birkerbach, Fretzbach, Bruggeralmbach) sollen die fischökologische Situation verbessern
- in 4 Strecken sollen gleichzeitig mit den schutzwasserwirtschaftlichen Maßnahmen auch erholungsfunktionelle Ziele verwirklicht werden, etwa durch die Einrichtung von Uferpromenaden.

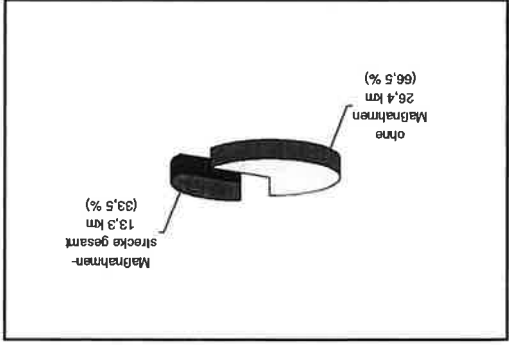


Abb. 5.1: Längenannteil der skizzierten Maßnahmen an der untersuchten Flussstrecke (Gesamtlänge = 39,7 km)

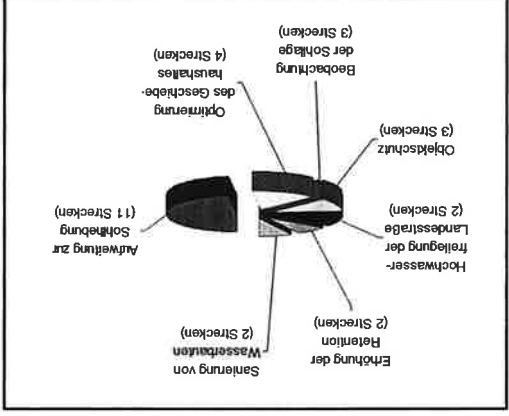


Abb. 5.2: Maßnahmenschwerepunkte aus schutzwasserwirtschaftlicher Sicht (Mehrfachnennungen möglich)

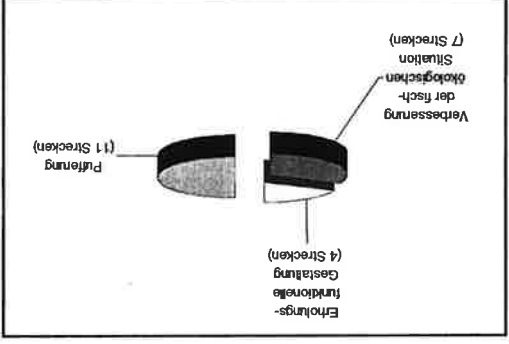


Abb. 5.3: Maßnahmenschwerepunkte aus ökologischer und erholungsfunktioneller Sicht (Mehrfachnennungen möglich)

MASSNAHMENSTRECKE NR.

KURZBESCHREIBUNG (STICHWORTE)	FLKM	AUSMAß
Sanierung der Dolan, Fischautstiegshilfe	0,25	Punktuell
Ingenieurbiologische Ufersicherung, Anlage eines Ufergehölzsaumes	2,80-3,15	0,35 km
	3,25-3,80	0,55 km
Beobachtung der Sohlage und der Uferstabilität, evtl. linksufrige Böschungssicherung und Sohlrampe	4,75-5,10	0,35 km
Aufweitung, Uferpromenade (Allee)	5,4-5,6	0,20 km
Aufweitung, Ausgestaltung Mündungs- und Geschiebeablagungsbereich, Uferpromenade (Allee), Einrichtung eines Wasserserlebensbereiches	5,60-5,80	0,20 km
Hochwasserrücklegung der Landesstraße, Absenkung des rechten Vorlandes, Pufferung des Gewässers zur Straße	5,85-6,40	0,55 km
Aufweitung, Hochwasserrücklegung der Landesstraße, Pufferung des Gewässers zur Straße	6,40-6,80	0,40 km
Aufweitung, aufgelöste Sohlrampe, Pufferung des Gewässers	6,80-8,25	1,45 km
Aufweitung, Verlängerung Ausschotterungsbecken Mellitzwald, Pufferung des Gewässers	8,50-9,00	0,50 km
Sanierung der rechtsufrigen Steinschichtung, Aufweitung, Sohlquert, Bepflanzung	10,80-10,85	0,05 km
Beobachtung der Sohlage, Einrichtung eines Wasserserlebensbereiches, Pufferung des Gewässers zur Straße	11,00-12,90	1,90 km
Aufweitung, Sohlhebung, Abrücken von der Landesstraße, Sanierung der linken Ufersicherung, Anlage eines Ufergehölzsaumes	12,90-13,30	0,40 km
Aufweitung, linksufriger Damm für Straße, Pufferung des Gewässers zur Straße	13,30-14,10	0,80 km
Aufweitung, Pufferung des Gewässers zur Straße	15,00-16,60	1,60 km
Beobachtung Sohlage, evtl. Sohlisierung, Uferschutz	18,40-18,60	0,20 km
Objektschutz, Erdamm, Bepflanzung	19,05-19,15	0,10 km
Aufweitung, Sohlhebung, Wiederherstellung der Retentionswirkung, Verbesserung der ökologischen Funktionsfähigkeit	19,60-20,50	0,90 km
Objektschutz, Erdamm, Bepflanzung (evtl. in Verbindung mit Wanderweg)	20,90-21,60	0,70 km
Aufweitung, Pufferung des Gewässers zur Straße	21,65-22,55	0,90 km
Hochwasserrücklegung, Aufweitung, Verlegung von Brücke und Zufahrt, Umgestaltung der eh. Schotterentnahmestelle, Gestaltung eines Wasserserlebensbereiches	23,00-23,90	0,90 km
Optimierung Ausschotterungsbecken Erisbach, Sohlhebung, Aufweitung, Anlage eines Ufergehölzsaumes	26,80-27,10	0,30 km
Gesamt		13,30 km

Tab. 5.1: Maßnahmenübersicht GBK Schwarzbach

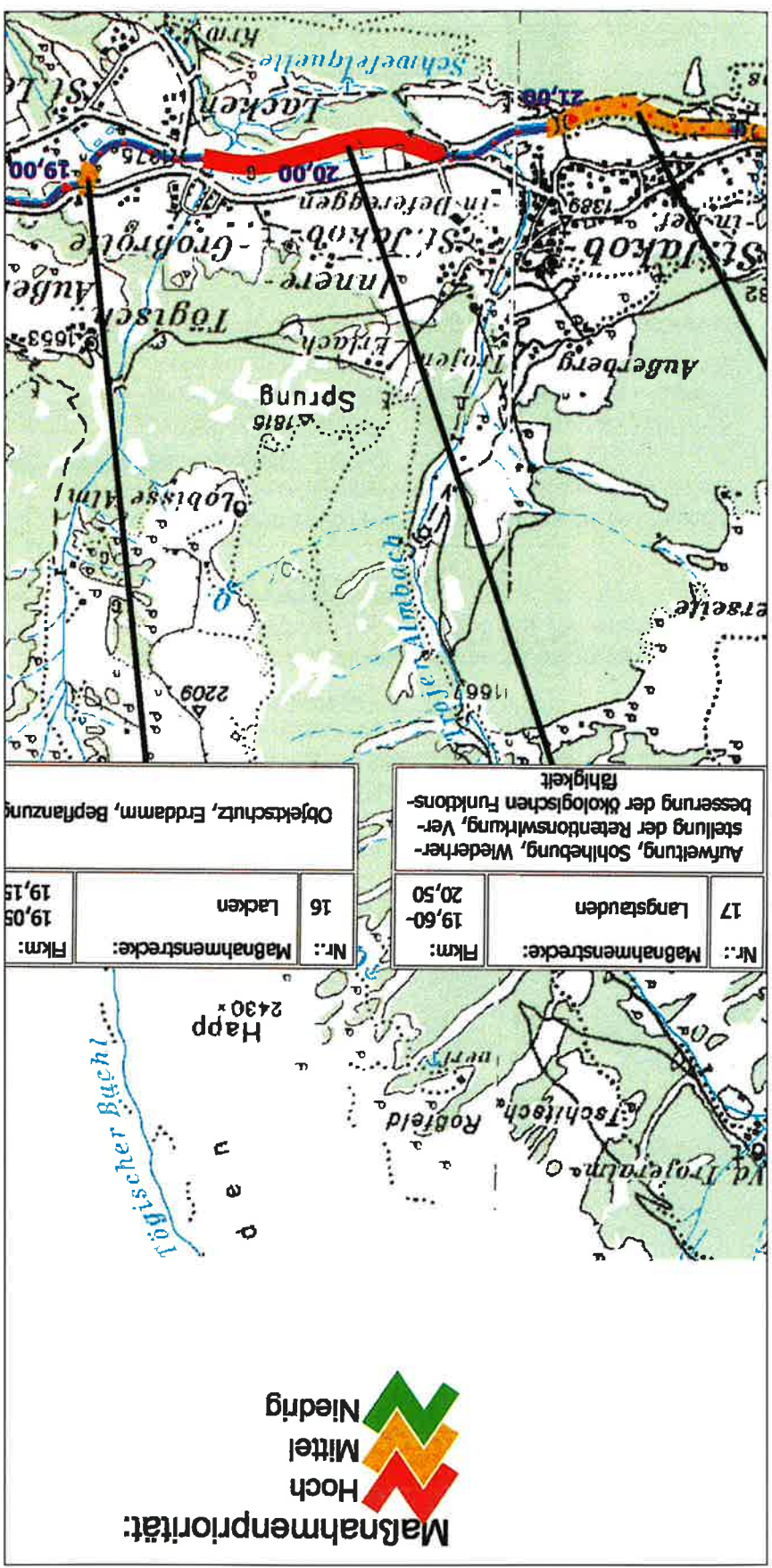


Abb. 5.4: Plan „Maßnahmenstrecken / Abschnitt Langstauden-Lacken; Maßnahmenübersicht“; M 1:25.000

Maßnahmenbeispiel

17	Langstauden	19,60 - 20,50	0,90 km	St.Jakob i.D.	Aufweitung, Sohlhebung, Wiederherstellung der Retentionswirkung, Verbesserung der ökologischen Funktionsfähigkeit	Flache Aufweitungsstrecke	- Phase 1: Aufweitung zur Sohlhebung; orographisch rechts in Verbindung mit Flächentausch (ÖWG im Umland vorhanden) - im Außenbogen Buhnen als Uferschutz - Phase 2: Wenn Sohlhebung nicht gehalten werden kann, Absenkung des linksufrigen Dammes	- Initiierung flussmorphologischer Strukturen im Sinne des Leitbildes (v.a. großflächige Schotterbänke über MW als Lebensraum der Deutschen Tamariske) durch Schaffung von Prall- und Gleitflutursituationen, gegenüberliegend steilen und flachen Ufern, Buhnen bzw. abschnittsweise ungesicherten Ufern; evtl. in Verbindung mit Flächentausch, da landeinwärts ÖWG vorhanden; - Wiederherstellung des Ufergehölzsaumes durch Gewinnung und Wiedereinbau von Wurzelstöcken und Sträuchern (v.a. Tamarisken) aus dem bestehenden Ufergehölzsaum - Rechtsufrig: - Punktielle Freilegung verlandeter Gewässerrinnen / Neuanlage von Tümpeln im näheren Umfeld der Maßnahme bzw. auf Flächen des ÖWG - Freihacken der Tamariskenbestände (in Flusssnähe) als Übergangsmaßnahme bis zur Neuschaffung/initiierung entsprechender großer Ersatzlebensräume im Gebiet (vgl. REVITAL 1995) - Verzicht auf ufernahe Begleitwege entlang der Schwarzach, insbesondere linksufrig - Fischpassierbarmachung des Bruggeralmbaches durch Bau einer Rampe im Bereich des Rückstaues beim Wasserwandrerdweg - Km 20,5 flussab Einfangbrücke: Aufweitung zur Sohlhebung und Vergrößerung der Absturzhöhe im Bereich der Sohlrampe; dadurch optische Aufweitung des bestehenden "Wassererlebnisweges" (Startpunkt bei der Einfangbrücke)	Hoch
----	-------------	---------------	---------	---------------	---	---------------------------	--	---	------

Maßnahme Nr.: 17

Bezeichnung: Langstauden

Fluss-km: 19,60 - 20,50

Ausmaß/Länge: 0,90 km

Gemeinde: St.Jakob i.D.

Kurzbeschreibung (Stichworte): Aufweitung, Sohlhebung, Wiederherstellung der Retentionswirkung, Verbesserung der ökologischen Funktionsfähigkeit

Leitbild-Typ: Flache Aufweitungsstrecke

Maßnahmen Schutzwasserwirtschaft:

Maßnahmen Gewässerökologie:

Maßnahmen Erholungsfunktion:

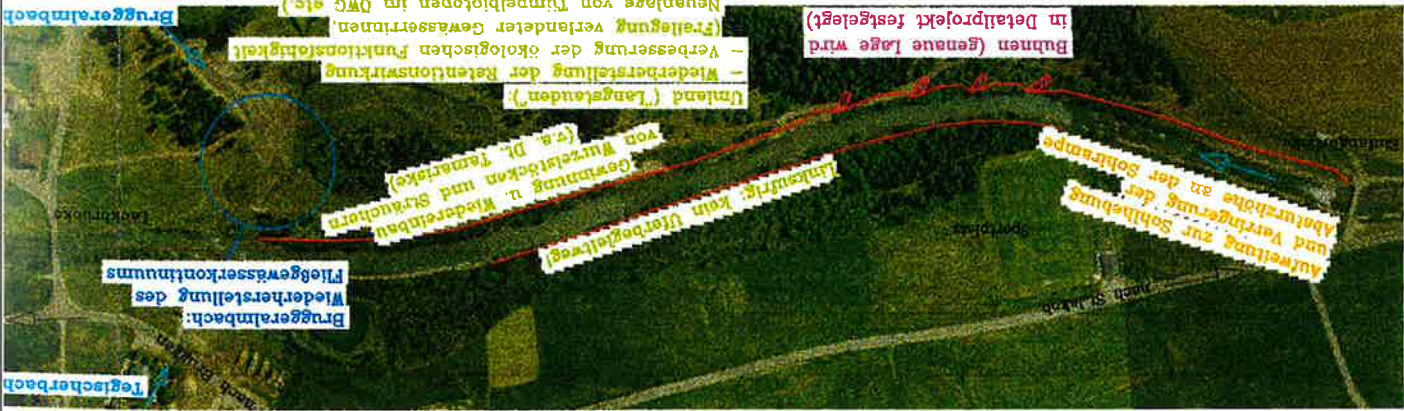
Priorität: Hoch

Maßnahme Nr.: 17

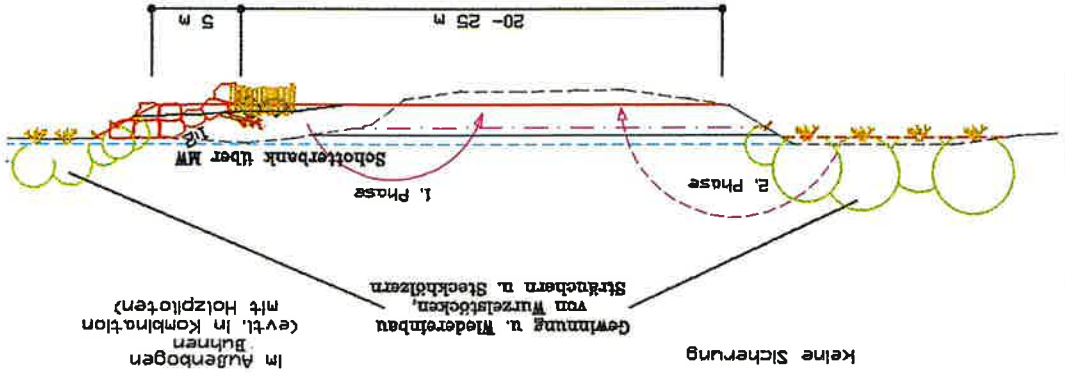
Langstauden

Skizzen:

Lageplan:



Systemskizze:



Leitbild-Typ 8
FLACHE
AUFWEITUNGSSSTRECKE
(siehe Leitbild-Bericht)
Schematische Grundrisskarte
Umsatzung:
- ausgesprochtes Gleit- und Prallufer
- Aufweitung und Buhnen zur Initiierung von Schotterbänken über MW
- absonnerliche Ufergestaltung mit Holz

Prioritätenreihung

Die Prioritätenreihung der Maßnahmenstrecken wurde in interdisziplinären Diskussionsrunden von Planern, Behörden und Gemeindevertretern festgelegt. Kriterien für die Einstufung in eine von 3 Dringlichkeitsklassen waren der schutzwasserwirtschaftliche und ökologische Handlungsbedarf (Kap. 4), aber auch Aspekte der Realisierbarkeit (Verfügbarkeit von Grundflächen, Akzeptanz der Bevölkerung).

Von den insgesamt 21 Maßnahmenstrecken mit einer Gesamtlänge von 13,3 km besitzt ein Drittel (7 Strecken) hohe Priorität (Tab. 5.2). Bezogen auf deren Länge (4,85 km) ergibt sich ein Anteil an den Gesamtsamtmassnahmen von etwas mehr als einem Drittel (36,5 %). Ähnliches gilt für Maßnahmen mit mittlerer Priorität: Insgesamt 9 Maßnahmen ergeben bei einer Gesamtlänge von 4,9 km einen Anteil von knapp 37 %. Die restlichen 5 Maßnahmen besitzen geringe Priorität. Bezogen auf die Streckenlänge von 3,55 km ergibt sich für sie ein Anteil an den Gesamtsamtmassnahmen von rund 27 % (Abb. 5.5).

Von den insgesamt 7 Maßnahmen mit hoher Priorität betreffen 3 die Gemeinde St. Jakob i.D., jeweils 2 die Gemeinden Hopfgarten i.D. und St. Veit i.D.. In der Gemeinde Hopfgarten i.D. befinden sich Maßnahmenstrecken mit hoher Priorität im Bereich von der Zwenewaldbachmündung bis Bios-Feld (Strecken 5 u. 6; Tab. 5.2). Ziel ist neben der Entschärfung der Mündungssituation des Zwenewaldbaches v.a. die Hochwasserfreilegung der Landesstraße ab Innerhopfgarten (Abb. 5.6, oben). Maßnahmen mit hoher Priorität in der Gemeinde St. Veit i.D. betreffen die Bereiche Zotten und Feld-Tönig (Abb. 5.6, Mitte). Hier soll die Sohle durch Aufweitung stabilisiert werden. Gleichzeitig können dringend notwendige gewässerökologische Verbesserungen (Restrukturierung und Pufferung des Flusses) erreicht werden.

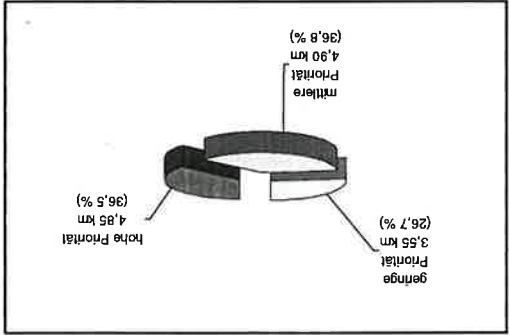


Abb. 5.5: Anteile der Maßnahmenstrecken mit hoher, mittlerer und niedriger Priorität (bezogen auf die Gesamtlänge)

Tab. 5.2: Prioritäten der Maßnahmenstrecken

Nr.	MASSNAHMEN-STRECKE	FLKM	KM
5	Sägebrücke / Zwenewaldbach	5,50-5,80	0,20
6	Innerhopfgarten	5,85-6,40	0,55
12	Zotten	12,90-13,30	0,40
14	Feld-Tönig	15,00-16,60	1,60
17	Langstauden	19,60-20,50	0,90
20	Maria-Hill	23,00-23,90	0,90
21	Ersbach	26,80-27,10	0,30
1	Geschleibestause	0,25	Punkt
7	Bios-Feld	6,40-6,80	0,40
8	Plon	6,80-8,25	1,45
9	ASB Mellitzwald	8,50-9,00	0,50
10	Tunnelfundament	10,80-10,85	0,05
13	oberhalb Zotten	13,30-14,10	0,80
16	Lacken	19,05-19,15	0,10
18	St. Jakob	20,90-21,60	0,70
19	Grünmoos	21,65-22,55	0,90
2a	Dölach	2,80-3,15	0,35
2b		3,25-3,80	0,55
3	Hopfgarten/Kirchlöhner	4,75-5,10	0,35
4	Hopfgarten/Stampferhube	5,4-5,6	0,20
11	eh. Schotterentnahme St. Veit	11,00-12,90	1,90
15	Schwenmmkegel Feistritzbach	18,40-18,60	0,20

Priorität: hoch mittel gering



Abb. 5.6: Ausgewählte Maßnahmenstrecken mit hoher Priorität:

- Innerhopfgarten (Hochwasserfreilegung der Landesstraße, oben)
- Zotten (Hochwasserschutz; Mitte)
- Mariahilf (Hochwasserfreilegung; unten); jeweils Ausschnitte aus der generellen Maßnahmenbeschreibung (Lageskizzen).

Insgesamt 3 prioritäre Maßnahmenstrecken werden für die Gemeinde St. Jakob i.D. ausgewiesen. Besonders vordringlich erscheint die Hochwasserschutzmaßnahme in Mariahilf (Abb. 5.6, unten) sowie, unterstützend dazu, jene flussauf in Ersbach. Die Sohlstabilisierung und Restrukturierung Langstauden bei St. Jakob wurde aufgrund des hohen ökologischen Handlungsbedarfes (langfristige Sicherung des vorhandenen Naturraumpotentials im Flussraum, insbesondere der Tamariskenvorkommen) ebenfalls als hoch prioritär eingestuft.

Die 9 ausgewiesenen Maßnahmenstrecken mit mittlerer Priorität liegen auf dem Gebiet der Gemeinden Matrei i.O. (Strecke 1), Hopfgarten (Strecken 7, 8 und 9), St. Veit i.D. (Strecken 10 und 13) sowie St. Jakob i.D. (Strecken 16, 18 und 19).

Geplant sind in erster Linie Sanierungsmaßnahmen an bestehenden Flussbauwerken, Stabilisierungsmaßnahmen in Strecken mit Sohleintiefung sowie dringende Maßnahmen zur Pufferung des Gewässers gegenüber Störeinflüssen von der nahen Landesstraße. In den Bereichen Lacken und St. Jakob (Tab. 5.2) muss mittelfristig an die Hochwasserfreilegung einzelner Häuser gedacht werden.

Der Maßnahmenkatalog enthält insgesamt 5 Strecken mit niedriger Priorität (Gesamtausmaß: 3,55 km; Tab. 5.2). Davon betreffen drei die Gemeinde Hopfgarten i.D. (Strecken 2-4), zwei die Gemeinde St. Veit i.D. (Strecken 11 u. 15). Mehrheitlich handelt es sich um Maßnahmen zur Beobachtung der Sohlage als Voraussetzung für ein rasches Reagieren im Bedarfsfall oder um gering prioritäre Aufweitungen (Strecke 4). Bei Maßnahme 2 (ingenieurbiologische Ufersicherung) besteht zwar dringender ökologischer aber nur geringer schutzwasserwirtschaftlicher Handlungsbedarf.

Allgemeine Maßnahmenhinweise

Neben den Maßnahmen in ausgewählten Strecken (Kap. 5.2) gelten die folgenden allgemeinen Hinweise grundsätzlich für das gesamte Projektgebiet, also auch für jene Flussabschnitte, für die keine Maßnahmenstrecken vorgesehen sind. Die Hinweise möchten auf der Grundlage des Leitbildes praxisrelevante allgemeingültige Fragestellungen beantworten, die in den Beschreibungen der Maßnahmenstrecken thematisch nicht behandelt werden.

Flussnahe Talraumflächen sollten grundsätzlich von Bebauung freigehalten werden, auch wenn sie derzeit (aufgrund ausreichender Verbauung) außerhalb von Gefahrenzonen liegen.

Schotterentnahmen sollen künftig nur gezielt im Rahmen flussbaulicher (Instandhaltungs-) Maßnahmen erfolgen.

Bei der künftigen Ausführung von Instandhaltungsmaßnahmen an der Schwarzach sollten folgende Grundsätze besonders beachtet werden:

- Flussbegleitende Uferwege nicht asphaltieren (gilt insbesondere für Radwege!)
- Durchführung einer naturschutzfachlich orientierten Pflege der Ufergehölze: d.h.

- nur in Abständen von 10 - 15 Jahren streckenweise auf Stock setzen
- maximale Länge der auf Stock gesetzten Gehölzabschnitte: 50 m; zwischen den Pflegeabschnitten mind. 50 m lange Abschnitte belassen
- Altbäume außerhalb des Hochwasserabflußbereiches, bevorzugt große Weiden, Eschen und Bergahorn erhalten
- den Gehölzsaum an der Böschungsoberkante stehen lassen

Einbindung schutzwasserwirtschaftlicher Aspekte in die Raumplanung

Keine gewerbliche Schotterentnahme

Grundsätze zur Ausführung von Instandhaltungsmaßnahmen

Grundsätze für die künftige Nutzung der Flächen im Öffentlichen Wassergut

Für die künftige Nutzung (semi-)terrestrischer Bereiche im Öffentlichen Wassergut sollten folgende Grundsätze beachtet werden:

- Freistellung der Flächen von jeglicher Nutzung; sukzessive Rückführung in Auwald
- Nutzungsverzicht in Auwaldflächen
- Anlage von Sekundärbiotopen mit „Trittschneefunktion“
- Neupflanzungen aus standortgerechten, heimischen, möglichst autochthonen Gehölzen zur Verdichtung bestehender lückiger Ufergehölzsäume

Monitoring

Zur laufenden Kontrolle und „Nachjustierung“ (Optimierung) der gesetzten Maßnahmen aus flussbaulicher und naturschutzfachlicher Sicht, aber auch zur Gewinnung von Erfahrungen für Nachfolgeprojekte soll ein wissenschaftliches Monitoring durchgeführt werden. Dazu werden in den Maßnahmenstrecken Dauerversuchsfächen eingerichtet, auf denen die Auswirkungen der durchgeführten Maßnahmen anhand von Kontrollvermessungen und Beobachtungen (z.B. Morphologie, Abflußverhalten, Indikatorarten) untersucht werden sollen.

Bislang sind für das Monitoring folgende Maßnahmenstrecken vorgesehen:

- Hopfgarten / Kirchlahner (Sohlbeobachtung)
- Schwemmkegel Feistritzbach (Sohlbeobachtung)
- Eh. Schotterentnahmestelle St. Veit (Sohlbeobachtung)
- Langstauden (Sohlbeobachtung; idealerweise ergänzt durch biotisches Monitoring zu den Themen Vegetation (Deutsche Tamariske, Pflanzengesellschaften, Vögel (Braunkehlichen!), Amphibien)
- Eh. Schotterentnahmestelle Maria-Hilf (Sohlbeobachtung).

Projektmitarbeiter

Folgende Personen bzw. Institutionen haben an der Erstellung des Gewässerbetreuungskonzeptes Schwarzach mitgearbeitet. Ihre Beiträge und Berichte bilden die Grundlage für die vorliegende Broschüre:

- **Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Sektion IV:** Auftraggeber;
- **Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Vih - Wasserwirtschaft:** Auftraggeber;
- **Amt der Tiroler Landesregierung, Abteilung Vih - Wasserwirtschaft, Baubezirksamt Lienz:** Gewässerspezifisches Leitbild, Maßnahmenkatalog;
- **Forsttechnischer Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung, Sektion Tirol:** Auftraggeber, Geologie (Bericht);
- **Dipl.-Ing. Christian Klenkhardt, Zivilingenieur für Forstwirtschaft, Wildbach- und Lawinenverbauung, Innsbruck:** Abflussgeschehen, Geschlebehauhalt und -potential, Zubringer, Retention, Regulierungsbreiten, Gewässerspezifisches Leitbild; Maßnahmenkatalog;
- **Büro Revital, Lienz:** Vorstudie, Projektskoodination, Vegetationsstrukturen, Flussmorphologie und Flussbau, Gewässerspezifische terrestrische Lebensräume, Gewässerspezifische Vegetation, Zusammenfassende Berichte, Gewässerspezifisches Leitbild, Maßnahmenkatalog, Öffentlichkeitsarbeit;
- **ARGE Limnologie, Innsbruck:** Aquatische Lebensräume, Gewässerspezifisches Leitbild, Maßnahmenkatalog;
- **sonstige Personen,** die bei erweiterten Projektsbesprechungen ihr Wissen eingebracht haben: Vertreter der Fischerei, Vertreter der Anrainergemeinden, interessierte Bürger;

W. Stalzer, R. Tschulik
V. Hofer, R. Schletterer
H. Halder, H. Neubauer, W. Hopfgartner
J. Neuner, J. Schett, Ch. Sönsen
Ch. Klenkhardt, Ch. Gunz, P. Hartl
K. Michor, H. Angerer, Ch. Mairamhof, M. Untercher, R. Zauner
M. Hubmann, Ch. Moritz

Höfler, K. (1962)
Die Myricaria-Astragalus alpinus-Assoziation im Osttiroler Deferegental. - In: Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien 101./102.: 101-108.
Flächenverzeichnis der österreichischen Flußgebiete, Draugebiet. In: Beiträge zur Hydrographie Österreichs, Heft Nr. 55, Wien.
Deferegen. Eine Landschaft in Tirol. Verlag Dr. A. Schendl, Wien.
Abflußregime österreichischer Flußgewässer. Beitrag zu einer bundesweiten Flußgewässertypologie. Monographien Bd. 82, Umweltbundesamt, Wien.
Flußmorphologie: Ein Leitfaden für Naturwissenschaftler und Ingenieure. R. Oldenbourg Verlag GmbH, München: 262 S.
Das Wasser des Festlandes. Leipzig 1975: 224 S.
Gewässerbetreuungskonzept Schwarzach, Zusammenfassender Bericht - Teil 1: Flächendeckende Untersuchungen. Unveröff. Projektunterlage i.A. des BMFLF und des Amtes der Tiroler Landesregierung. Lienz, Innsbruck.
Gewässerbetreuungskonzept Schwarzach, Zusammenfassender Bericht - Teil 2: Detailuntersuchungen. Unveröff. Projektunterlage i.A. des BMFLF und des Amtes der Tiroler Landesregierung. Lienz, Innsbruck.
Michor, K. & Ch. Klenkhardt (1997)
Michor, K. & Ch. Klenkhardt (1998)
Österreichischer Wasserkraftkatalog (1956)
Revital (1995)
Stalzer, W. (1992)
Stalzer, W. (1994)
Wimmer, R. & Moog, O. (1994)

Die Myricaria-Astragalus alpinus-Assoziation im Osttiroler Deferegental. - In: Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien 101./102.: 101-108.
Flächenverzeichnis der österreichischen Flußgebiete, Draugebiet. In: Beiträge zur Hydrographie Österreichs, Heft Nr. 55, Wien.
Deferegen. Eine Landschaft in Tirol. Verlag Dr. A. Schendl, Wien.
Abflußregime österreichischer Flußgewässer. Beitrag zu einer bundesweiten Flußgewässertypologie. Monographien Bd. 82, Umweltbundesamt, Wien.
Flußmorphologie: Ein Leitfaden für Naturwissenschaftler und Ingenieure. R. Oldenbourg Verlag GmbH, München: 262 S.
Das Wasser des Festlandes. Leipzig 1975: 224 S.
Gewässerbetreuungskonzept Schwarzach, Zusammenfassender Bericht - Teil 1: Flächendeckende Untersuchungen. Unveröff. Projektunterlage i.A. des BMFLF und des Amtes der Tiroler Landesregierung. Lienz, Innsbruck.
Gewässerbetreuungskonzept Schwarzach, Zusammenfassender Bericht - Teil 2: Detailuntersuchungen. Unveröff. Projektunterlage i.A. des BMFLF und des Amtes der Tiroler Landesregierung. Lienz, Innsbruck.
Schwarzach (Defereggenbach). Hrsg.: Bundesministerium für Handel und Wiederaufbau, Wien.
Naturschutzfachliches Managementkonzept für den Biotopkomplex „Langstauden“ im Gemeindegebiet von St. Jakob i.D.. Unveröff. Projektsunterlage im Auftrag der Nationalparkverwaltung Hohe Tauern Tirol, Lienz.
Gewässergestaltung und Gewässerbetreuung. In: Schrittenreihe des österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes, Heft 86, Wien.
Zielsetzungen und Aufgabebereiche von Gewässerbetruungskonzepten. In: Wiener Mitteilungen Bd. 120, Wien.
Flußordnungszahlen Österreichischer Flußgewässer. Monographien Bd. 51. Bundesministerium für Umwelt, Wien.

Literatur